



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE CENTENARIO  
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**ESTACIÓN DE CARGA PARA DISPOSITIVOS MOVILES, EMPLEANDO  
ENERGÍA RENOVABLE EN LA COMUNA MASA 2**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Eléctrico

**AUTOR: JOSÉ ANDRES FLORES PEÑAFIEL  
NELSON EMANUEL ROBALINO ALBÁN**

**TUTOR: JUAN CARLOS LATA GARCÍA, PHD**

Guayaquil-Ecuador

2024

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, José Andrés Flores Peñafiel con documento de identificación N°0956179725 y Nelson Emanuel Robalino Albán con documento de identificación N°0923964720; manifestamos que: Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 16 de agosto del año 2024

Atentamente,



José Andres Flores Peñafiel

0956179725



Nelson Emanuel Robalino Albán

0923964720

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, José Andres Flores Peñafiel con documento de identificación No. 0956179725 y Nelson Emanuel Robalino Albán con documento de identificación No. 0923964720, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Estación de carga para dispositivos móviles, empleando energía renovable en la comuna masa 2”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero eléctrico , en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de agosto del año 2024

Atentamente,



---

José Andres Flores Peñafiel  
0956179725



---

Nelson Emanuel Robalino Albán  
0923964720

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Carlos Lata García con documento de identificación N° 0301791893 docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación ESTACIÓN DE CARGA PARA DISPOSITIVOS MOVILES, EMPLEANDO ENERGÍA RENOVABLE EN LA COMUNA MASA 2, realizado por José Andres Flores Peñafiel con documento de identificación N° 0956179725 y por Nelson Emanuel Robalino Albán con documento de identificación N° 0923964720, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de agosto del año 2024

Atentamente,



Juan Carlos Lata García, PhD  
0301791893

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo, agradezco a Dios por darme la sabiduría y valentía de poder llegar a este momento.

A mis padres, tíos, enamorada, Filita y amigos que siempre han estado y demostrado el total apoyo en esta etapa de mi vida. A mi amigo Paul Yano por la ayuda y ser la persona que estuvo siempre a su predisposición en cada inquietud o dificultad que se me presentaba.

A los ingenieros Juan Carlos Lata y Pedro Nuñez por la paciencia y compromiso de compartírnos en todo momento su conocimiento y guía.

José Andres Flores Peñafiel

Agradezco a Dios ya que sin él nada es posible, a mi mamá Jazmín Albán, a mi papá Nelson Robalino y a mi hermana Jazmín Robalino, los cuales han sido pilares fundamentales en mi vida y no me han abandonado en ningún momento, quienes me han instruido con amor y valores, también me han aconsejado tanto en lo académico como en lo personal.

Nelson Emanuel Robalino Albán

## **DEDICATORIA**

Este logro va dedicado a mis padres por todo su esfuerzo y amor que han tenido para yo salir adelante. A todos mis familiares por el respaldo, a mis amigos quienes han caminado junto a mi lado a lo largo de todo este proceso, agradezco con todo mi corazón por su valioso tiempo y apoyo hasta en los momentos más críticos.

José Andres Flores Peñafiel

Dedico este gran logro a mis padres, a mi hermana, quienes siempre incondicionalmente han estado para mí, los cuales amo con mi vida y se merecen este logro que estoy cumpliendo en esta etapa de mi vida, ya que sin ellos no sería posible.

También le dedico este logro a 2 personas muy importantes para mí, a mi nana la señora Carmita Jalil quien me brindó su amor y cuidado siendo una segunda madre para mí, quien, aunque hoy no está entre nosotros en el plano terrenal siempre estará en nuestros corazones y a mi tío José Albán quien también ha sido un pilar fundamental en mi vida, desde pequeño, una persona que le agradezco un montón por haberme cuidado y brindado su amor.

A mis amigos que son como mis hermanos, a quienes les agradezco muchísimo porque a pesar de las adversidades han estado para mí en todo momento, quienes han compartido un pedazo de su vida conmigo, los cuales me han demostrado que soy muy importantes para ellos.

Finalmente, este logro también se lo dedico a mis amigos de la universidad, a mi amigo y compañero de tesis, con quienes he compartido momentos excepcionales, a mis familiares y a todos los que me han rodeado durante este largo camino, ayudándome a crecer tanto en lo personal como en lo académico.

Nelson Emanuel Robalino Albán

## **RESUMEN**

Se diseñó y construyó el presente trabajo de una estación de carga para dispositivos móviles alimentada por energía solar fotovoltaica, diseñada para beneficiar a toda la Comuna Masa II ubicada en el Golfo de Guayaquil, este es un pequeño recinto de pescadores que viven totalmente aislados de la red eléctrica tradicional. Es relevante mencionar que se encontraron iniciativas similares, como la implementación de un sistema fotovoltaico para residencias en la misma comunidad, como un proyecto piloto de energía limpia. Este sistema se destaca como una alternativa prometedora ya que anteriormente los residentes obtenían energía eléctrica por medio de un sistema de generación a combustión. El problema que presentaba era el uso de combustibles fósiles como el Diesel para abastecer al sistema de iluminación de dicha comunidad en horas de la noche, teniendo como consecuencia generar un alto costo de consumibles y mantenimiento de este.

Gracias a que cada día existen nuevas tecnologías para generar electricidad a través de diferentes recursos que existen en el medio ambiente que pueden ser aprovechados de una mejor manera, así como la energía fotovoltaica, se presenta el diseño de la estación solar que se elaboró para ser ecológicamente compatible y utilizar una fuente de energía limpia. Se basa en la tecnología fotovoltaica, que convierte la luz solar en energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos policristalinos. Este sistema incluye la regulación de tensión, carga de baterías y control automático de la iluminación. Además, se incorporan acumuladores de energía (baterías) para asegurar el suministro durante la ausencia de luz solar. La estación proporciona varias salidas de corriente directa (VDC) mediante puertos USB y tomacorrientes de corriente alterna (VAC), gestionadas por inversores de potencia electrónica. Todo esto asegura un servicio de calidad comparable al de una empresa de servicios públicos y contribuye de manera autosuficiente al cuidado del medio ambiente.

## **PALABRAS CLAVE**

Sistema Fotovoltaico, Producción, Estación Solar, Dispositivos Móviles, Energía Renovable, PVsyst.

## **ABSTRACT**

The present work was designed and built a charging station for mobile devices powered by photovoltaic solar energy, designed to benefit the entire Masa II Commune located in the Gulf of Guayaquil, this is a small precinct of fishermen who live totally isolated from the traditional electricity grid. It is relevant to mention that similar initiatives were found, such as the implementation of a photovoltaic system for residences in the same community, as a pilot project of clean energy. This system stands out as a promising alternative since residents previously obtained electricity through a combustion generation system. The problem was the use of fossil fuels such as diesel to supply the community's lighting system at night, resulting in high costs for consumables and maintenance.

Thanks to the fact that every day there are new technologies to generate electricity through different resources that exist in the environment that can be used in a better way, such as photovoltaic energy, we present the design of the solar station that was developed to be ecologically compatible and use a clean energy source. It is based on photovoltaic technology, which converts sunlight into electrical energy using polycrystalline photovoltaic modules. This system includes voltage regulation, battery charging and automatic lighting control. In addition, energy accumulators (batteries) are incorporated to ensure supply during the absence of sunlight. The station provides several direct current (VDC) outlets via USB ports and alternating current (VAC) outlets, managed by electronic power inverters. All this ensures a quality service comparable to that of a utility company and contributes in a self-sufficient way to the care of the environment.

## **KEY WORDS**

Photovoltaic System, Production, Solar Station, Mobile Devices, Renewable Energy, PVsyst.

# ÍNDICE

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
1. PROBLEMÁTICA.....	2
2. OBJETIVO GENERAL .....	3
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
3. MARCO TEÓRICO .....	3
3.1. ENERGÍAS RENOVABLES.....	3
3.2. ENERGÍA SOLAR .....	4
3.3. RADIACIÓN SOLAR .....	8
3.3.1. TIPOS DE RADIACIÓN SOLAR.....	9
3.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS PANELES SOLARES EN DÍAS NUBLADOS .....	9
3.5. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	10
3.6. PANELES SOLARES.....	11
3.6.1. ELEMENTOS DE UN PANEL .....	11
3.6.2. TIPOS DE PANELES SOLARES .....	13
3.6.3. PANELES FOTOVOLTAICOS .....	13
3.6.4. PANELES SOLARES TÉRMICOS .....	13
3.6.5. PANELES SOLARES HÍBRIDOS.....	13
3.6.6. FUNCIONAMIENTO.....	14
3.6.7. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE UN PANEL FOTOVOLTAICO .....	14

3.7.	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA .....	15
3.8.	CONTROLADOR DE CARGA SOLAR INTELIGENTE .....	16
3.8.1.	TIPOS DE CONTROLADORES.....	16
3.8.2.	PWM .....	16
3.8.3.	MPPT .....	17
3.9.	SISTEMA DE CONVERSIÓN DE DC/AC .....	17
3.9.1.	FUNCIONAMIENTO DE UN INVERSOR SOLAR .....	18
3.9.2.	PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS INVERSORES SOLARES.....	18
4.	METODOLOGÍA .....	25
4.1.	UBICACIÓN.....	25
4.1.1.	DURACIÓN.....	26
4.2	VARIABLES EN ESTUDIO .....	26
4.3.	ENERGÍA SOLAR EN EL ECUADOR.....	27
5.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CARGA .....	28
5.1.	PROYECCIÓN DEL CONSUMO.....	28
5.2.	ELECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	29
5.3.	ELECCION DEL CONTROLADOR DE CARGA CONTROLADOR DE CARGA 30	
5.4.	ELECCION DE LA BATERÍA .....	31
5.5.	ELECCIÓN DEL INVERSOR DE CORRIENTE.....	32
5.6.	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA .....	32
5.7.	CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METALICA Y ARMADO.....	33
5.8.	TOMACORRIENTES .....	36
5.9.	ALUMBRADO DE LA ESTACIÓN DE CARGA .....	36
6.	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN PVSYSY .....	37
6.1.	PRODUCCIONES NORMALIZADAS POR KWP.....	37
6.2.	PRESUPUESTO .....	39

7.	PRUEBAS A LA ESTACIÓN DE CARGA.....	40
7.1.	COLOCACIÓN Y CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS CORRESPONDIENTES .....	42
7.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	43
7.3.	ENTREGA Y EXPLICACIÓN DEL CORRECTO USO DE LA ESTACIÓN DE CARGA.....	43
8.	RESULTADOS .....	44
9.	CONCLUSIONES .....	44
10.	RECOMENDACIONES .....	45
	BIBLIOGRAFÍAS .....	46

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Mapa Insolación global anual promedio del Ecuador .....	4
Figura 2. Energía eléctrica fotovoltaica por provincia (Gwh/año).....	5
Figura 3. Radiación Solar en la Tierra .....	9
Figura 4. Radiación Solar Directa y Difusa .....	10
Figura 5. Esquema de un Sistema Solar .....	11
Figura 6. Elementos de un panel solar .....	11
Figura 7. Tipos de Paneles Solares.....	13
Figura 8. Funcionamiento de los Paneles Solares .....	14
Figura 9. Curva Característica de un Panel Fotovoltaico.....	15
Figura 10. Proceso Electroquímico de una Batería .....	15
Figura 11. Esquema Controlador de Carga Solar.....	16
Figura 12. Grafica de Trabajo de un Controlador PWM.....	17
Figura 13. Curva Característica de un Controlador MPPT .....	17
Figura 14. Principales Funciones de los Inversores Solares .....	18
Figura 15. Sistema On-Grid .....	19
Figura 16. Sistema Off-Grid.....	20
Figura 17. Cargador Solar de Dispositivos Móviles .....	21
Figura 18. Circuito Equivalente de la Unión p-n .....	22
Figura 19. Pantalla de Inicio del Software PVsyst.....	25
Figura 20. Ubicación Geográfica de la Escuela .....	26
Figura 21. Detalle de Consumo de Usuario .....	28
Figura 22. Ficha Técnica del Panel Solar.....	30
Figura 23. Controlador de Carga Solar MPPT 75/10.....	30
Figura 24. Batería Energy Power .....	31
Figura 25. Inversor de Corriente DC/AC .....	32
Figura 26. Diagrama Unifilar de la Estación de Carga .....	32
Figura 27. Modelado CAD del Sistema de Carga.....	33
Figura 28. Modelo CAD de la base.....	34
Figura 29. Modelo CAD del plinto de Hormigón .....	34
Figura 30. Diseño 3D de la Estación de Carga .....	35
Figura 31. Tomacorrientes Marca TAKETEK.....	36
Figura 32. Alumbrado de la estación de carga .....	36

Figura 33. Temporizador para control de luminarias .....	37
Figura 34. Producción Normalizada por (kWp Instalado) .....	37
Figura 35. Presupuestos.....	38
Figura 36. Estado de Carga de la Batería .....	38
Figura 37. Balances y Resultados Principales.....	39
Figura 38. Colocación de equipos .....	42
Figura 39. Prueba de la estación.....	43
Figura 40. Entrega de proyecto .....	43

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Variables de Estudio .....	27
Tabla 2. Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico.....	40
Tabla 3. Equipos de Sistema de Carga Solar .....	41
Tabla 4. Voltajes de Salida de Equipos.....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 - INFORME DE SIMULACIÓN PVSYSY	48
ANEXO 2 - RESÚMENES GENERALES DEL SISTEMA	49
ANEXO 3 - PARÁMETROS & CARACTERÍSTICAS GENERALES	50
ANEXO 4-NECESIDADES DETALLADAS DE USUARIO	51
ANEXO 5-RESULTADOS PRINCIPALES	52
ANEXO 6-DIAGRAMA DE PERDIDAS	53
ANEXO 7-GRÁFICOS PREDEFINIDOS	54
ANEXO 8-GRÁFICOS PREDEFINIDOS #2	55
ANEXO 9-DIAGRAMAS DE TEMPERATURA & POTENCIAS DE ENTRADA Y SALIDA	56
ANEXO 10-DISTRIBUCIÓN DIARIA DE LA CARGA	57
ANEXO 11-PRESUPUESTO GENERAL	58
ANEXO 12-TRAZADO CAD DEL MÓDULO DE CARGA SOLAR	59
ANEXO 13-FICHA TÉCNICA CONTROLADOR MPPT	60
ANEXO 14-FICHA TÉCNICA INVERSOR DC/AC	61
ANEXO 15-FICHA TÉCNICA INVERSOR DC/AC	62
ANEXO 16-FICHA TÉCNICA BATERÍA AGM	63
ANEXO 17-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PANEL SOLAR	64
ANEXO 18-CONSTRUCCIÓN DE ARMAZÓN METÁLICO PARA LA MESA DE LA ESTACIÓN	65
ANEXO 19-ACOPLE DE TOMACORRIENTES AL BASTIDOR DE LA ESTACIÓN DE CARGA	66
ANEXO 20-CONSTRUCCIÓN DE SOPORTE PARA TECHO Y PANEL FOTOVOLTAICO	67
ANEXO 21-FABRICACIÓN DE CAJAS DE REGISTRO PARA INSTALACIONES DE EQUIPOS	68
ANEXO 22-ELABORACIÓN DE SOBRE PISO 2X2 PARA LA ESTACIÓN	69
ANEXO 23-BASE DE HIERRO PARA LA POSTERIOR FUNDIDA	70
ANEXO 24-FINALIZACIÓN DEL SOBRE PISO DE 2X2 PARA LA ESTACIÓN DE CARGA	71
ANEXO 25-AJUSTE DE SEGUROS PARA EL PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	72
ANEXO 26-MONTAJE DE TECHADO CON PANEL SOLAR	73

ANEXO 27-CABLEADO DE ILUMINARIAS .....	74
ANEXO 28-CONEXIÓN DE EQUIPOS .....	75
ANEXO 29-PROYECTO INSTALADO.....	76

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación en energía fotovoltaica se centra en mejorar su rendimiento y reducir costos para hacerla más accesible y sostenible a nivel global. Esta tecnología está siendo cada vez más utilizada en estaciones de carga de dispositivos móviles, especialmente en áreas remotas sin acceso a redes eléctricas convencionales o en instituciones que necesitan proporcionar facilidades para cargar equipos electrónicos. Estas estaciones suelen incluir paneles solares, baterías y unidades de carga para dispositivos como teléfonos celulares, tabletas y computadoras portátiles (Rosales Perez, 2019). Las células solares convierten la luz solar en electricidad, almacenada en baterías para su uso posterior cuando se conecta un dispositivo para cargar.

Los dispositivos tecnológicos se han vuelto una parte esencial de nuestra vida cotidiana, hasta el punto de considerarlos una extensión de nosotros mismos, especialmente los teléfonos celulares. Estos dispositivos móviles son utilizados para prácticamente todo: comunicarnos, estudiar, trabajar o simplemente para el ocio. Por lo tanto, es crucial que las personas puedan disponer de ellos durante la mayor parte del día, ya que su funcionamiento está limitado por la duración de la batería.

Por estas razones, resulta pertinente la elaboración del presente trabajo, en el cual se diseñará un módulo de carga capaz de abastecer a cuatro celulares y dos laptops. Este módulo busca satisfacer las necesidades actuales de cuidado del medio ambiente al funcionar con energía solar, una fuente renovable y sostenible.

Los procedimientos empleados para establecer los criterios de prototipo del sistema de energía autónoma, así como los parámetros en la elección de los elementos y la estimación del presupuesto adecuado para la fabricación de la estación, se encuentran establecidos en la sección de Metodología. A continuación, en la sección de Resultados y Discusión, se enumeran los logros alcanzados tras la puesta en marcha del sistema. Según lo expuesto. En la sección de Discusión, se expone el estudio de las respuestas obtenidas. Verificando que si se ha logrado alcanzar el propósito de la investigación. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la ejecución propuesta.

## **1. PROBLEMÁTICA**

En la comuna de Masa II, se ha constatado que carece de un espacio físico que permita los estudiantes, los profesores y la sociedad en general se comportan como uno solo en sus actividades del día a día. La falta de servicios eléctricos en la isla es evidente y las fuentes de energía son limitadas, las cuales son destinadas para los servicios más básicos como iluminación, alimentación, comunicación, etc. También se ha demostrado que estos índices de recarga existentes son limitados ya que, utilizan electricidad renovable y sistemas de generación a Diésel limitados, debido a que esta comunidad se encuentra aislada de la red eléctrica convencional. Se ofrece un prototipo y construcción de un esquema de estación de carga solar. El prototipo está diseñado para proporcionar a estudiantes, profesores y otras personas pertenecientes a esta comunidad, obtenga acceso a energía limpia para la carga de sus artefactos electrónicos móviles y que cumplan con los principios de energía sostenible, sin afectar el entorno que los rodea.

Esta propuesta se orienta hacia el beneficio de la comunidad Masa 2 mediante la implementación de una estación de carga con iluminación pública impulsada por paneles solares, es decir, a través de fuentes de energía renovable. Esta iniciativa se revela beneficiosa debido a la comodidad que brindaría a los habitantes al no estar confinados en sus hogares, ya sea durante el tiempo escolar o mientras comparten momentos con amigos. En estas situaciones, donde cumplir con actividades o mantenerse en contacto con otros implica el uso de dispositivos móviles con baterías descargadas, la estación de carga se presenta como una alternativa conveniente, permitiéndoles recargar sus teléfonos sin necesidad de retornar a sus residencias y así continuar con sus actividades.

La implementación de estas estaciones no solo aportaría en términos de comodidad para los residentes, sino que también contribuiría a elevar la calidad de vida, especialmente en situaciones de emergencia o para aquellos que carecen de acceso fácil a tomas eléctricas. Al integrar la carga de dispositivos móviles con la iluminación pública a través de paneles solares, se establece una infraestructura versátil que aborda de manera integral las necesidades prácticas de la comunidad. Este enfoque no solo promueve la sostenibilidad ambiental, sino que también impulsa la eficiencia energética, consolidando así un modelo ejemplar para un desarrollo comunitario más consciente y avanzado.

## **2. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar el estudio y la implementación de una estación de carga con alumbrado público, utilizando energía renovable en la comuna Masa 2.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar el análisis pertinente sobre las estaciones de carga para los dispositivos móviles y así garantizar el uso y beneficios de dicha estación.
- Implementar una estación de carga mediante el uso del sistema fotovoltaico para dispositivos móviles.
- Demostrar el funcionamiento de la estación de carga a través de resultados obtenidos de su aplicación.

## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. ENERGÍAS RENOVABLES**

Hoy en día, el tema de las energías renovables se ha vuelto más importante debido a los problemas causados por los combustibles fósiles, como las reservas limitadas, la volatilidad en los precios del petróleo, los problemas asociados con la contaminación y el calentamiento global. Una de las principales fuentes de energía sostenible más prometedoras hoy en día es la energía solar porque es limpia, renovable, segura y abundante; se obtiene del uso de la radiación electromagnética emitida a través de los rayos del sol por medio de sensores. Los colectores térmicos o las células fotovoltaicas son capaces de transformar dicha radiación en energía potencial o calorífica. La energía solar tiene un papel significativo en satisfacer los requisitos aumentados de electricidad reduciendo el impacto ambiental [1].

En Ecuador, las energías renovables juegan un papel fundamental en la matriz energética, abarcando diversas áreas como la generación de electricidad a partir de fuentes naturales como hidroeléctricas, eólicas, biomasa y fotovoltaicas. También se aprovechan recursos como el biogás para obtener gas combustible y se promueve el uso de biocombustibles en el transporte, así como el calentamiento de agua con energía solar. El marco institucional está compuesto por varias entidades clave: el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), que se encarga de desarrollar y aplicar programas en el sector energético; el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), que regula el sector eléctrico y fija las

tarifas; y el Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC), que coordina la promoción de biocombustibles.

En las últimas décadas, Ecuador ha evolucionado en el desarrollo de energías renovables, con la creación del MEER en 2007. Durante este tiempo, se han implementado planes y proyectos alineados con el Plan Nacional del Buen Vivir y la Agenda de los Sectores Estratégicos, garantizando seguridad, calidad y cobertura del servicio eléctrico. El plan estratégico del MEER orienta la gestión institucional y sectorial, facilitando la realización de estudios, análisis de factibilidad y seguimiento de grandes proyectos para cambiar la matriz energética del país hacia la autosuficiencia y la exportación de energía eléctrica, contribuyendo al cambio de la matriz productiva [2].

### 3.2. ENERGÍA SOLAR

Para estimar la cantidad de hidrógeno producido a partir de energía obtenida a través del sol mejor llamadas fotovoltaica en Ecuador, se utiliza el Atlas Solar del país como fuente de información. Este atlas se basa en registros de insolación diaria sobre superficies horizontales, recopilados en celdas de aproximadamente 40 km<sup>2</sup> cada una. Los datos, proporcionados por el National Renewable Energy Laboratory (NREL) de EE. UU., incluyen promedios mensuales y anuales de la insolación directa, difusa y global. Estos valores, expresados en Wh/m<sup>2</sup>/día, cubren las 472 celdas que comprenden el territorio continental de Ecuador.

Posteriormente, mediante un proceso de interpolación estadística, se ajusta la resolución de los datos hasta obtener celdas de 1 km<sup>2</sup> con valores para cada tipo de insolación. Estos valores se presentan en mapas mensuales y anuales promedio, como se muestra en la Figura 1. Este enfoque permite una estimación más precisa de la cantidad de hidrógeno producido a partir de energía solar fotovoltaica en diferentes regiones de Ecuador [3].

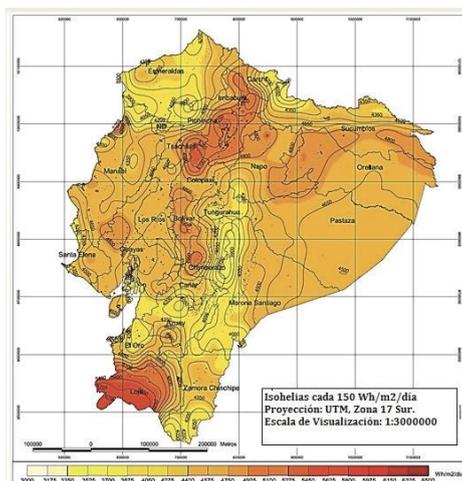


Figura 1. Mapa Insolación global anual promedio del Ecuador

La cantidad de energía eléctrica que se puede producir con celda fotovoltaicas, utilizando los valores promedio de insolación global, se calcula considerando varios parámetros. Uno de los principales es el área utilizable, denotada como  $A_d$ , para la adecuación y funcionamiento de parques solares. Esta área se ve afectada por restricciones como zonas geográficas protegidas, masas de agua y, especialmente, áreas urbanas y comunidades dispersas. La densidad de población es un factor importante para determinar el valor de  $A_d$ . Por ejemplo, en Estados Unidos se utiliza un valor del 3%, mientras que en Argentina se usa el 4.5%. En este estudio, se ha considerado un valor de  $A_d$  del 2% para Ecuador, dado que su densidad de población es aproximadamente el doble que la de Estados Unidos y el triple que la de Argentina [4].

La eficiencia de conversión fotovoltaica, representada por  $\eta_{fv}$ , se establece en el 17%, que es el valor promedio de la oferta comercial de módulos fotovoltaicos consultados.

La expresión para calcular la energía aprovechable de origen solar fotovoltaico por provincia es la siguiente:

$$E_{fv} \left( \frac{kWh}{año} \right) = I_{PA} \times \eta_{fv} \times A_p \times F_{AP} \times 365 \times 10 \quad (1)$$

Donde  $I_{PA}$  representa la insolación global anual promedio por provincia, obtenida mediante un proceso de filtrado de los datos de insolación global para todo el territorio continental de Ecuador, siendo esta cuantificación una contribución de este estudio. Además, el valor numérico '10' es un factor de conversión utilizado para ajustar las unidades de las distintas variables presentes en la ecuación (1).

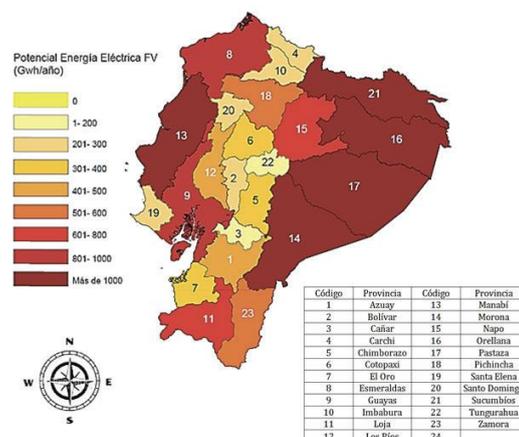


Figura 2. Energía eléctrica fotovoltaica por provincia (Gwh/año)

El mapa que muestra la asignación provincial de la energía eléctrica fotovoltaica se presenta en la Figura 2. Como se anticipaba, se observa que las provincias en la región Costa y Oriente muestran valores más altos de producción de energía fotovoltaica. Ha habido un enorme esfuerzo por parte de la comunidad científica para buscar recursos energéticos alternativos y limpios para satisfacer las necesidades presentes y futuras. Además, debido a la limitación de los recursos energéticos convencionales, hay una necesidad urgente de explorar recursos energéticos renovables para un crecimiento económico saludable, competitivo y sostenible a nivel mundial, manteniendo al mismo tiempo el medio ambiente limpio para las generaciones venideras. La recolección de energía respetuosa con el medio ambiente, en particular la basada en energía solar ha surgido como una técnica viable para complementar los suministros de baterías. Los avances recientes en tecnologías fotovoltaicas han cerrado ciertas brechas entre la demanda y la oferta de nuevas fuentes energéticas a través de una amplia gama de nuevas tecnologías emergentes en general, y en algunas áreas con dificultades técnicas en particular. Actualmente, el consumo mundial de energía es de 10 teravatios (TW) por año y para 2050, se proyecta que sea de aproximadamente 30 TW. El mundo necesitará alrededor de 20 TW de energía no CO<sub>2</sub> para estabilizar el CO<sub>2</sub> en la atmósfera a mediados de siglo.

La energía fotovoltaica se ha convertido en algo cada vez más relevante como una fuente renovable porque es respetuosa con el medio ambiente, no contaminante, silenciosa, gratuita y requiere poco mantenimiento en comparación con otros recursos, y es fácil de expandir. En consecuencia, estas ventajas hacen que la generación fotovoltaica sea atractiva para diversas aplicaciones, particularmente en zonas rurales y remotas de la mayoría de los países en desarrollo.

La electricidad es una de las necesidades básicas de la población moderna y constituye un indicador esencial para el crecimiento económico y el bienestar social. El acceso a la electricidad sigue siendo una de las políticas públicas para lograr objetivos de desarrollo económico, social, político y regional. Más de 1.3 mil millones de personas en el mundo tienen acceso a la electricidad, y más del 84% de ellas viven en áreas rurales en los países en desarrollo. Según, el acceso a la electricidad tiene una correlación positiva con el índice de desarrollo humano (IDH) y el consumo de electricidad per cápita representa un acceso crítico al desarrollo humano en países emergentes.

La energía eléctrica tiene muchos usos y muchos de ellos contribuyen al bienestar de las personas. Hoy en día, las personas dedican una o dos horas al día para cargar sus dispositivos móviles y a veces, no tienen disponible energía o puntos de carga para hacerlo, especialmente

en espacios abiertos. La necesidad de estar constantemente informado y conectado con otras personas ha convertido a los teléfonos móviles y las tabletas en una parte fundamental de la vida diaria de hombres y mujeres en el mundo. Según el informe presentado por el Departamento de TIC de Colombia, a fines de 2015, el número total de suscriptores de teléfonos móviles en Colombia fue de 53,583,664, mientras que el número de habitantes no supera los 48 millones. Además, según el "Informe de la Industria 2014" (realizado por la Comisión Colombiana de Regulación de Comunicaciones), las conexiones móviles están creciendo rápidamente en Colombia con un 58% en 2015. Por esta razón, este trabajo evalúa la configuración de una mesa solar para cargar dispositivos móviles para áreas urbanas en la ciudad de Medellín, Colombia; esto es para ofrecer puntos de conexión eléctrica disponibles para que los transeúntes puedan acceder libremente a la electricidad y permanecer conectados. Este trabajo se enfoca en un sistema híbrido autónomo con solo paneles solares como fuente de energía primaria[5], [6], [7], [8].

Entre las fuentes de energía limpia, la solar fotovoltaica se destaca a nivel global debido a que no produce gases de efecto invernadero ni otros contaminantes que puedan dañar el medio ambiente. A diferencia de los recursos agotables como el petróleo, el carbón y el gas natural, la energía solar no presenta limitaciones de disponibilidad. Cuando se utiliza de manera adecuada y en las aplicaciones correctas, puede ofrecer una fuente de energía fiable y sostenible de manera prácticamente indefinida. Varios acuerdos nacionales e internacionales han establecido que la energía solar fotovoltaica será clave para alcanzar un suministro 100% renovable. Además, gracias a los avances tecnológicos, el costo de esta energía ha disminuido significativamente, haciéndola más accesible para hogares y empresas. [9]. Instalar paneles solares en techos de edificios, ya sean residenciales, agrícolas, o en infraestructuras como redes de telecomunicaciones, permite a las personas generar su propia electricidad, disminuyendo su dependencia de las compañías eléctricas y los combustibles fósiles. Además, esta energía puede proporcionar electricidad a zonas remotas que carecen de acceso a redes eléctricas convencionales. [10]

Investigaciones en este campo han demostrado que el rendimiento de los módulos solares ha mejorado notablemente y se prevé que continúe mejorando en el futuro. También se ha explorado la integración de sistemas de almacenamiento de energía con paneles solares, lo que podría aumentar la eficiencia energética y reducir costos. Además, se están desarrollando nuevas técnicas para fabricar paneles solares utilizando materiales más económicos y sostenibles, como las células solares orgánicas y los perovskitas.

En términos generales, la investigación en energía fotovoltaica tiene como objetivo mejorar

el rendimiento y reducir los costos, con el fin de hacer esta tecnología más accesible y sostenible a nivel global, además de evaluar y controlar su rendimiento de manera más precisa.

El uso de tecnología solar fotovoltaica en estaciones de carga para dispositivos móviles es una tendencia en rápido crecimiento. Estas estaciones proporcionan una solución eficaz para ofrecer acceso eléctrico a comunidades de bajos ingresos que utilizan poca energía y viven en áreas remotas sin acceso a la red eléctrica, así como en instituciones que necesitan ofrecer comodidad para cargar equipos como teléfonos, tabletas y computadoras portátiles. Estas estaciones generalmente incluyen paneles solares, baterías y unidades de carga para los dispositivos [11].

Estas celdas solares convierten la luz solar en electricidad, que luego se almacena en un dispositivo de almacenamiento para su uso posterior. En el momento de cargar un dispositivo, se conecta el cargador y se hace uso de la electricidad almacenada. Habitualmente, las personas destinan alrededor de una o dos horas al día para cargar sus dispositivos móviles, y en algunos casos pueden encontrarse con la carencia de suministro eléctrico o instalaciones para cargar, especialmente en entornos al aire libre [12]. La necesidad de estar siempre informados y conectados con otras personas ha convertido a los dispositivos móviles en una parte esencial de la vida diaria.

### **3.3. RADIACIÓN SOLAR**

En la figura 3 observamos que la energía solar, emitida por el Sol en forma de radiación electromagnética, es esencial para los procesos atmosféricos y climáticos. Esta radiación, generada por la fusión nuclear en el núcleo del Sol, se propaga a través del espacio y llega a la Tierra en forma de ondas cortas. Sin embargo, al atravesar la atmósfera, parte de esta radiación se debilita debido a procesos como la difusión, reflexión en las nubes y absorción por gases y partículas en suspensión. La energía solar absorbida por la superficie terrestre se devuelve al espacio como radiación de onda larga, calentando la atmósfera en el proceso.

La medición de la radiación solar es esencial para diversas aplicaciones en campos como la ingeniería, arquitectura, agricultura, ganadería, salud y meteorología. Estas aplicaciones abarcan la generación de electricidad y el calentamiento de agua mediante energía solar, el diseño de edificios e infraestructuras, el seguimiento del crecimiento de plantas, la deshidratación de alimentos, y el análisis de evaporación e irrigación, entre otros [13], [14]. Además, que niveles moderados de radiación solar pueden tener efectos fisiológicos positivos, como estimular la síntesis de vitamina D, mejorar la circulación sanguínea, tratar

ciertas afecciones de la piel y promover la síntesis de neurotransmisores cerebrales relacionados con el estado de ánimo.



*Figura 3. Radiación Solar en la Tierra*

### 3.3.1. TIPOS DE RADIACIÓN SOLAR

Después de atravesar la atmósfera, la radiación solar experimenta procesos que la debilitan, como la difusión, la reflexión en las nubes y la absorción por gases y partículas en el aire. Finalmente, esta radiación alcanza la superficie terrestre, ya sea oceánica o continental, donde puede ser reflejada o absorbida [15].

La radiación solar se compone de varios tipos, que describiremos a continuación:

- Rayos infrarrojos: Estos rayos proporcionan calor y constituyen el 49% de la radiación solar.
- Rayos visibles: Son responsables de la luz que percibimos y representan el 41% de la radiación solar.
- Rayos ultravioletas: Aunque menos abundantes, representan el 7% de la radiación solar.

### 3.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS PANELES SOLARES EN DÍAS NUBLADOS

Los paneles solares operan gracias a la energía transportada por fotones que viajan a través del espacio y alcanzan la Tierra. Estos paneles están contruidos con diversos elementos que contienen espacios de electrones. Cuando los fotones llegan a la superficie del panel, interactúan con estos espacios de electrones, llenando los huecos de electrones en los materiales y desencadenando un movimiento de electrones. Este movimiento combinado con el material del panel, como el silicio o el germanio, genera una corriente eléctrica en las

células dentro del panel. Esta corriente se dirige a través de la célula fotovoltaica y se transmite a los terminales del panel [16].

Este proceso crea un potencial eléctrico que determina el voltaje de las celdas solares. El voltaje, junto con la corriente eléctrica, determina la potencia de los paneles solares. Es importante destacar que la radiación solar captada por la celda se compone de dos tipos: radiación directa y radiación difusa tal como muestra la figura 4.

- **Radiación Solar Directa:** Es la radiación que incide directamente sobre la superficie terrestre sin cambios en su dirección.
- **Radiación Solar Difusa:** Se considera la cantidad de energía solar que afecta una superficie horizontal desde cualquier parte de la atmósfera, a diferencia de la radiación solar directa.

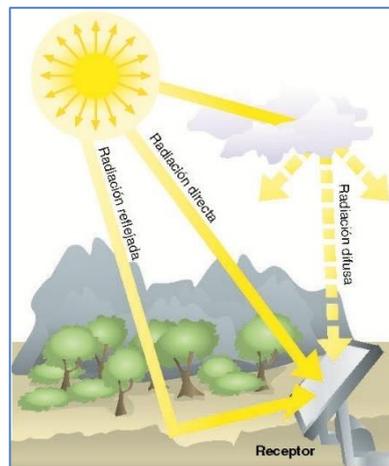


Figura 4. Radiación Solar Directa y Difusa

### 3.5. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

En la figura 5, mediante células fotovoltaicas, la energía solar fotovoltaica convierte la radiación solar en energía eléctrica, aprovechando la luz y el calor del sol. Esta forma de energía es una de las renovables, clasificada como limpia o verde debido a su bajo impacto ambiental.

La radiación solar, generada por reacciones nucleares en el sol, se propaga en el espacio, llevando consigo energía. El efecto fotovoltaico es el principio detrás de la conversión de luz solar en electricidad en las células fotovoltaicas. Cuando los fotones de la luz solar inciden en estas células, pueden ser absorbidos, liberando electrones que generan corriente eléctrica. Las células solares están hechas de materiales semiconductores que forman capas dopadas positiva y negativamente para crear un campo eléctrico. Cuando la luz solar golpea la célula,

se produce una corriente eléctrica.

Es crucial aprovechar al máximo esta energía solar limpia para evitar la degradación del medio ambiente y sus beneficios son innegables.



Figura 5. Esquema de un Sistema Solar

### 3.6. PANELES SOLARES

En la figura 6, podemos observar un panel solar es un dispositivo diseñado para aprovechar la energía del sol con el objetivo de generar electricidad para uso diario, y puede aplicarse en diversas funciones. La primera función es la energía termo solar, donde se emplean colectores solares para elevar la temperatura del agua u otro líquido mediante la radiación solar. La segunda y más común es la energía fotovoltaica, que emplea paneles solares para transformar la radiación solar en electricidad que se puede utilizar.

#### 3.6.1. ELEMENTOS DE UN PANEL



Figura 6. Elementos de un panel solar

- **Borde de Aluminio:** Alrededor del panel existe un borde generalmente de aluminio el cual sirve para la protección de la estructura y las células, el mismo que también funciona para montar a una estructura. Este material debe ser resistente a las

diferentes situaciones climatológicas que se presenten.

- **Cubierta de Vidrio:** La placa solar cuenta con una cubierta frontal de vidrio templado con un bajo contenido de hierro, de esta manera se asegura una buena protección de las células y posibles impactos, también está cubierta propicia una buena transmisión de la radiación solar.
- **Capa Encapsuladora:** La capa encapsuladora de los paneles solares cumple una doble función: proteger las células solares y encapsular la radiación solar para evitar pérdidas. Esta capa, también denominada Capa EVA por su composición de Etileno Vinil Acetato, une las células solares con la cubierta de vidrio, sellándolas herméticamente para prevenir la entrada de polvo, humedad u otros elementos dañinos. A pesar de esta protección, permite que la radiación solar pase sin interferencias.
- **Celdas Solares:** La celda fotovoltaica desempeña un papel crucial al transformar la radiación solar en corriente eléctrica, siendo una pieza esencial en los sistemas solares. Se dividen en dos variantes principales: monocristalina y policristalina, ambas construidas con semiconductores, mayormente silicio, y cada una ofreciendo sus ventajas particulares en la producción de energía solar.
- **Aislamiento Posterior:** El aislamiento es fundamental para proteger contra condiciones climáticas y agentes externos, como la humedad, y para mantener el calor dentro de un espacio. Se emplean diversos materiales, como fibra de vidrio, espuma rígida y poliestireno expandido, que deben cumplir con estándares como resistencia a altas temperaturas, durabilidad prolongada y emisión mínima de vapores.
- **Caja de Conexiones:** La caja de conexiones eléctricas, ubicada detrás de los diodos en los paneles solares, tiene la función vital de mantener unidos los cables y dirigir el flujo de energía en una sola dirección, especialmente en áreas sombreadas, para garantizar un rendimiento óptimo del sistema.

### 3.6.2. TIPOS DE PANELES SOLARES



*Figura 7. Tipos de Paneles Solares*

#### 3.6.3. PANELES FOTOVOLTAICOS

El módulo fotovoltaico, conocido comúnmente como panel o placa solar, es el componente que captura la energía solar para iniciar su conversión en energía renovable. Está protegido por un material semiconductor, generalmente silicio, que es indispensable para el funcionamiento de cada célula solar. Este material, al estar expuesto a la luz, genera electricidad aprovechando el efecto fotovoltaico.

#### 3.6.4. PANELES SOLARES TÉRMICOS

Un panel solar térmico, también conocido como panel solar captador, se emplea para generar energía térmica mediante el calentamiento del agua. Su funcionamiento es simple: en el interior del panel solar contiene un líquido, ya sea agua, glicol o una mezcla, que circula por conductos y pasa por un intercambiador de calor. En este proceso, el líquido transfiere su energía al agua que se empleará para uso doméstico. Después, el líquido del panel regresa a su temperatura original para comenzar el proceso nuevamente.

#### 3.6.5. PANELES SOLARES HÍBRIDOS

Un panel solar híbrido combina las tecnologías fotovoltaica y térmica en un solo módulo, ofreciendo la capacidad de generar electricidad y calor simultáneamente. A diferencia de los paneles fotovoltaicos y térmicos convencionales, que se instalan de manera independiente, el panel solar híbrido puede aprovechar todo el espectro de luz solar, capturando tanto la luz

ultravioleta como la infrarroja. Esto permite aprovechar al máximo tanto la energía solar fotovoltaica como la térmica en una sola unidad.

### 3.6.6. FUNCIONAMIENTO

Figura 8, los paneles solares capturan partículas de luz conocidas como fotones. Cuando estos fotones impactan en el panel, transfieren su energía a él. Esta energía alcanza a los electrones dentro del panel, los cuales se excitan y pueden moverse. Estos electrones se desplazan hacia una tira metálica denominada electrodo, generando así una corriente eléctrica. Posteriormente, esta corriente sale del panel solar y se dirige hacia los dispositivos conectados a él[17].

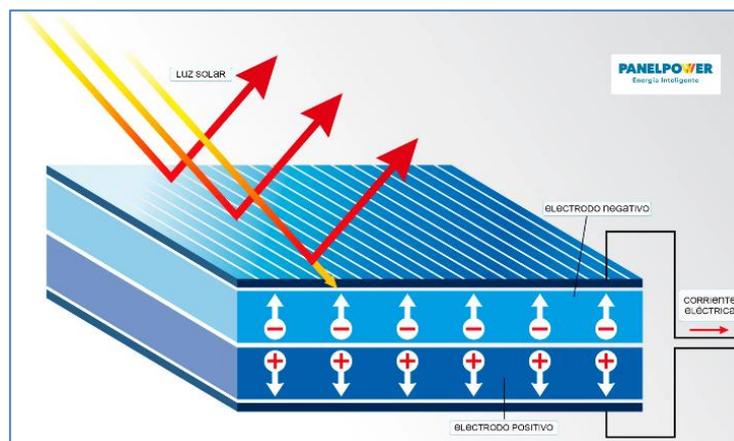


Figura 8. Funcionamiento de los Paneles Solares

### 3.6.7. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE UN PANEL FOTOVOLTAICO

Al consultar la ficha técnica de un panel fotovoltaico, encontramos varios parámetros eléctricos que determinan su rendimiento. Estos valores se obtienen bajo condiciones estándar (STC), que comprenden una irradiancia de  $1000 \text{ W/m}^2$ , una temperatura de célula de  $25^\circ\text{C}$  y una distribución espectral de AM 1.5G.

El funcionamiento de una célula fotovoltaica se describe mediante la curva Intensidad-Tensión (I-V), que se muestra en la Figura 9.

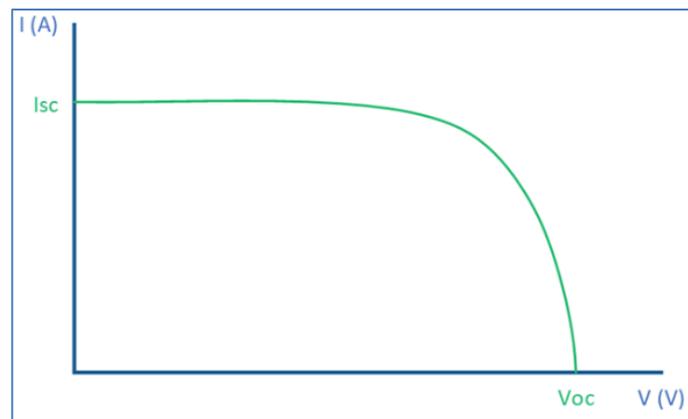


Figura 9. Curva Característica de un Panel Fotovoltaico

### 3.7. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Por medio de la Figura 10, se muestran que los sistemas de almacenamiento son cruciales para el futuro de la energía renovable, ya que equilibran la oferta y la demanda eléctrica. Las baterías, especialmente, están experimentando avances tecnológicos significativos, lo que resulta en una mayor eficiencia y costos más bajos, además de un enfoque en la sostenibilidad. Se espera que el crecimiento de las energías renovables se traduzca en un aumento considerable en la capacidad de almacenamiento eléctrico, según el informe de IRENA de 2017.

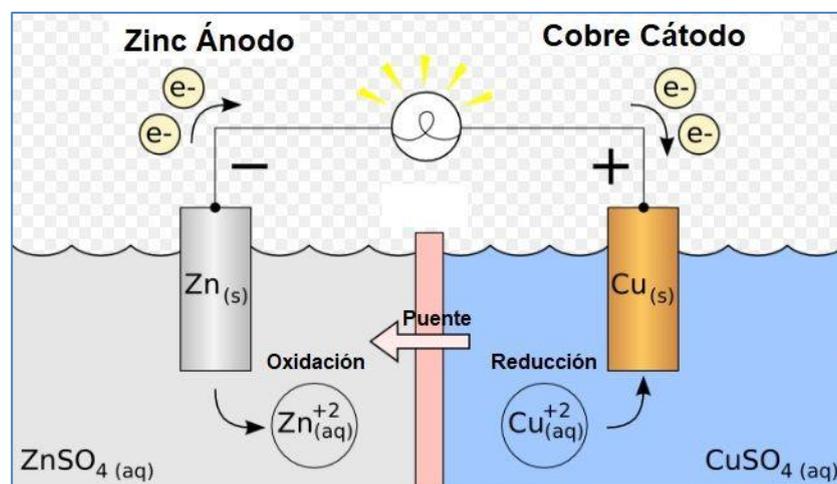


Figura 10. Proceso Electroquímico de una Batería

El funcionamiento básico de una batería se basa en una reacción electroquímica que ocurre entre dos electrodos separados por un electrolito como se muestra en la Figura. 10. Esta reacción química genera una corriente de iones en el electrolito, lo que a su vez produce una corriente eléctrica en los electrodos. Las distintas tecnologías empleadas en la fabricación de baterías determinan aspectos como el coste, la capacidad, la duración y el tamaño, entre otros.

### 3.8. CONTROLADOR DE CARGA SOLAR INTELIGENTE

En la figura 11 los sistemas solares fotovoltaicos autónomos requieren un sistema de regulación o control, que puede incluir uno o varios reguladores de voltaje o controladores de carga. Estos dispositivos protegen las baterías de sobrecargas y descargas profundas provenientes de los paneles solares, controlando la intensidad y el voltaje de la energía que se almacena en ellas. El regulador de carga monitorea de forma continua el estado de las baterías para mejorar su rendimiento y alargar su vida útil.

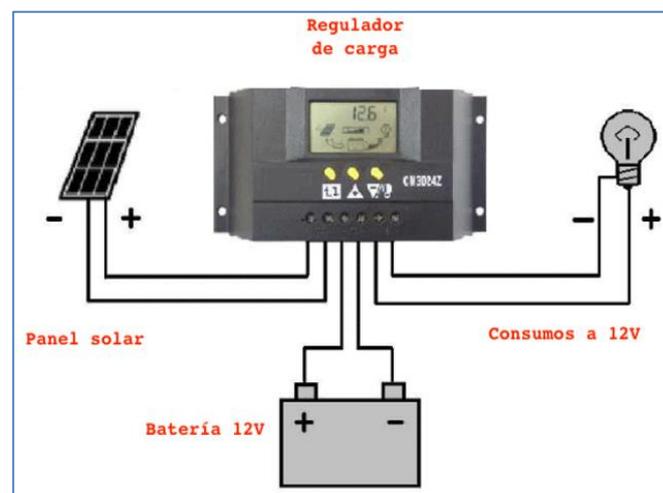


Figura 11. Esquema Controlador de Carga Solar

#### 3.8.1. TIPOS DE CONTROLADORES

Hay dos categorías de reguladores de carga utilizados en sistemas fotovoltaicos: los reguladores PWM, que significa (Modulación por Anchura de Pulsos), y los reguladores MPPT, que son los (Seguidores del Punto de Máxima Potencia).

#### 3.8.2. PWM

En la figura 12, los reguladores PWM, que significa Modulación por Ancho de Pulso, controlan la carga de la batería ajustando la corriente de entrada según su estado de carga. El voltaje nominal de la batería refleja su nivel de carga: por ejemplo, una batería estacionaria de 12 voltios alcanza 14,4 voltios durante la fase de absorción, se mantiene a unos 13,6 voltios en modo de flotación y se considera descargada cuando baja a aproximadamente 11,8 voltios.

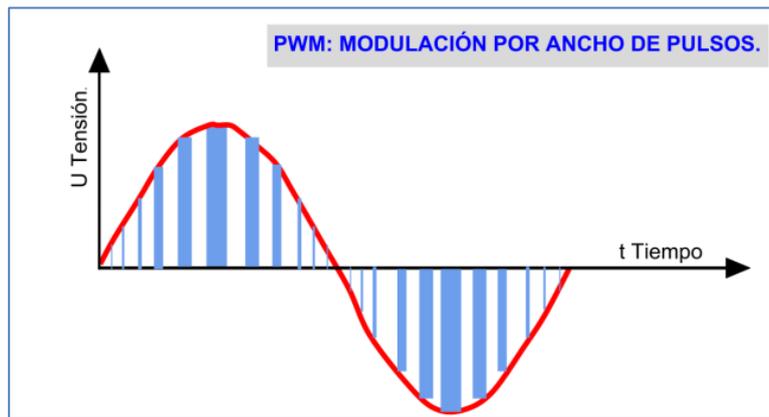


Figura 12. Gráfica de Trabajo de un Controlador PWM

### 3.8.3. MPPT

El regulador MPPT, conocido como Seguimiento del Punto Máximo de Potencia, es una tecnología solar avanzada que maximiza la potencia del panel mediante la búsqueda y operación en el punto óptimo de tensión. Aunque más costoso que los reguladores convencionales, su eficiencia del 95 % en la conversión de energía compensa su precio, logrando aumentos de potencia de hasta el 45 % en invierno y 15 % en verano.

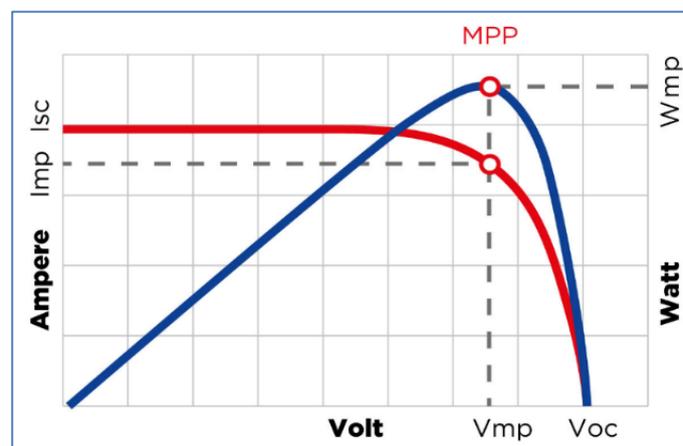


Figura 13. Curva Característica de un Controlador MPPT

## 3.9. SISTEMA DE CONVERSIÓN DE DC/AC

Un inversor de sistemas solares convierte la corriente continua que producen los paneles fotovoltaicos en corriente alterna, que es la forma de energía adecuada para el uso en hogares, el almacenamiento en baterías o la inyección en la red eléctrica. Su papel en un sistema fotovoltaico es esencial para su funcionamiento adecuado.

### 3.9.1. FUNCIONAMIENTO DE UN INVERSOR SOLAR

Cuando la luz solar incide en las células fotovoltaicas de los paneles solares, se desencadena el efecto fotovoltaico, que captura los fotones de los rayos solares y los combina con electrones para generar corriente eléctrica. Sin embargo, esta corriente es de naturaleza continua y no puede ser utilizada directamente en los dispositivos eléctricos. Por ello, los inversores solares, mediante componentes como capacitores, inductores y un switch electrónico, convierten esta corriente continua en corriente alterna, adecuada para su uso en los hogares y establecimientos.

### 3.9.2. PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS INVERSORES SOLARES



Figura 14. Principales Funciones de los Inversores Solares

- **Potencializar la energía**

El inversor utiliza un algoritmo para optimizar la producción de energía de los paneles solares, convirtiéndola en su punto más eficiente.

- **Sincronización la red**

Los inversores se conectan a la red eléctrica para ajustarse a sus fluctuaciones y suministrar electricidad cuando sea necesario.

- **Protección de salida de corriente**

El inversor, al estar conectado a la red eléctrica, tiene la capacidad de interrumpir el suministro de electricidad y detectar fallos en la red para garantizar la seguridad de las personas en el edificio.

- **Monitorear**

Debido a que el inversor solar está enlazado con los paneles y supervisa la distribución de la corriente, es factible observar el rendimiento del sistema. Esta capacidad representa una ventaja significativa, ya que permite identificar cualquier problema que pueda surgir en el sistema.

- **Sistemas Solares On-Grid**



*Figura 15. Sistema On-Grid*

En la Figura 15, se detalla el funcionamiento completo de los sistemas ON-Grid, de igual modo llamados sistemas anexados a la red eléctrica convencional, donde nos explica desde la generación de la energía hasta su distribución y consumo. En la actualidad estos sistemas han experimentado un notable crecimiento en el mercado fotovoltaico de países desarrollados, y se consideran una fuente adicional al sistema eléctrico convencional. En estos sistemas, la energía solar se convierte en electricidad utilizando paneles fotovoltaicos, y el exceso de energía se vierte a la red eléctrica como una forma de almacenamiento. Este tipo de sistema se utiliza principalmente en áreas urbanas y comerciales, donde la demanda de energía es alta durante el día y coincide con la disponibilidad de recursos solares. En Ecuador, con su abundante disponibilidad de luz solar, estos sistemas tienen un gran potencial, especialmente en zonas urbanas soleadas[18]. Por ejemplo, durante el día, los sistemas fotovoltaicos pueden contribuir a la capacidad máxima de la red, especialmente en áreas comerciales con alta demanda de energía para acondicionamiento de aire. Por lo tanto, la demanda de energía eléctrica en verano en Ecuador tiene más probabilidades de coincidir

con la disponibilidad de energía solar, lo que es típico en la mayoría de las ciudades ecuatorianas.

- **Sistemas Solares Off-Grid**

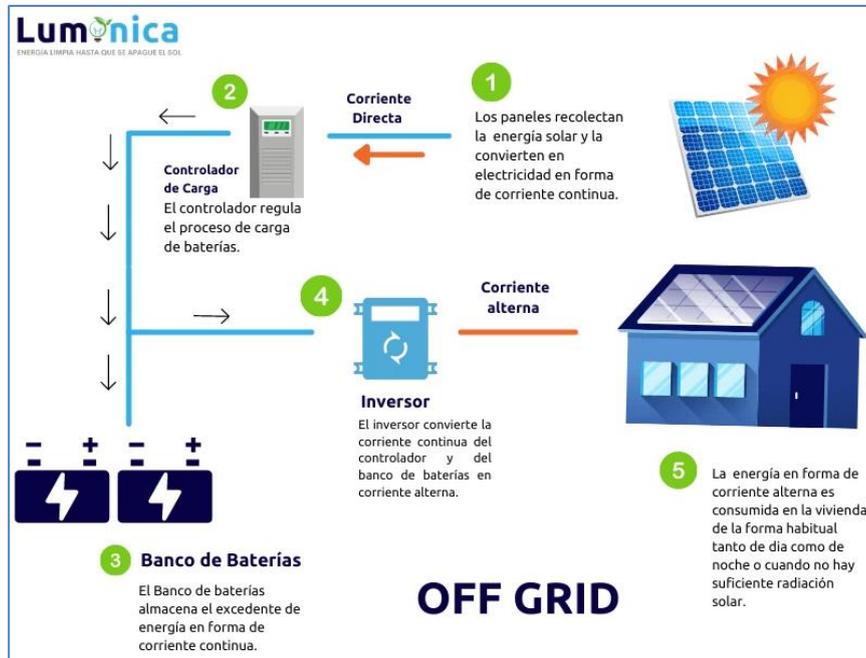


Figura 16. Sistema Off-Grid

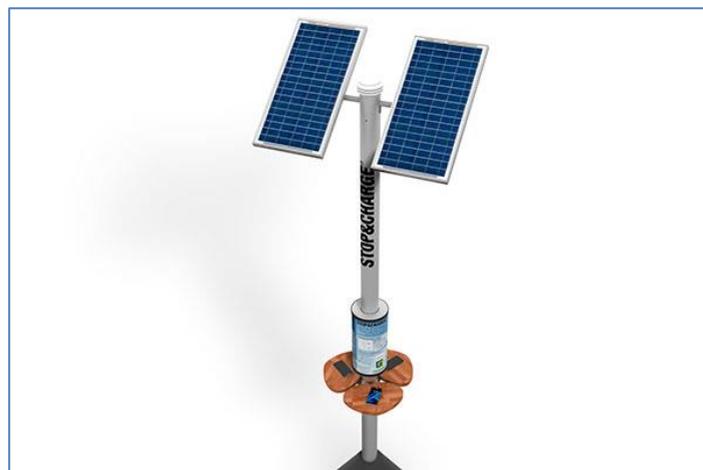
Los sistemas OFF-Grid, también llamados sistemas aislados, como se detalla en la Figura 16 operan de manera autónoma y no están conectados a la red eléctrica convencional. Estos sistemas son esenciales en regiones remotas donde no hay acceso al Sistema Interconectado Nacional (SIN), debido a razones técnicas o económicas, y donde hay grupos de consumidores ubicados lejos de las áreas urbanas. La falta de acceso a la electricidad perjudica a más de 800 millones de habitantes alrededor de todo el planeta, lo que subraya la necesidad de descentralizar la distribución de energía y adoptar fuentes renovables para mejorar la calidad de vida. Los altos costos de distribución y transmisión de energía, junto con la baja demanda en estas áreas, hacen inviable la extensión de la red eléctrica convencional[19]. Por lo tanto, los sistemas OFF-Grid se utilizan en lugares remotos o con suministro eléctrico limitado, como zonas rurales, fincas y playas, donde no dependen de la red pública y utilizan sistemas de almacenamiento de energía, como baterías, para proporcionar electricidad durante períodos sin generación, como la noche.

- **Estaciones de Carga Aislada**

El cargador solar para artefactos electrónicos móviles es un dispositivo que facilita la recarga de baterías de teléfonos y otros dispositivos móviles, cuyo lapso actual de la batería suele ser

limitada debido al uso intensivo de aplicaciones. Este equipo combina funciones como iluminación y carga de energía para diversas baterías de dispositivos móviles en un solo producto. Además, puede servir como herramienta para promover el marketing institucional o comercial. A su vez, actúa como una plataforma para concienciar sobre la importancia de adoptar políticas de transición hacia el uso de energías renovables [20].

La Figura 17 se muestra un modelo sinoptico del prototipo del cargador, el cual incluye cuatro puertos USB, una repisa para sostener celulares u otros dispositivos móviles, y una iluminación LED con encendido automático.



*Figura 17. Cargador Solar de Dispositivos Móviles*

El CS fue inicialmente diseñado como un sistema fotovoltaico autónomo. Sus componentes principales incluyen un módulo fotovoltaico de silicio policristalino, un regulador de carga, una batería de electrolito absorbido y dispositivos que funcionan con corriente continua. La estructura opera a una tensión constante de 12 V.

En su diseño global, se ha priorizado una capacidad de generación y almacenamiento relativamente alta en comparación con sistemas autónomos convencionales. Esto permite ajustar la relación entre generación y almacenamiento según la potencia de las cargas conectadas, asegurando así flexibilidad operativa en diferentes condiciones de trabajo.

- **Ecuación Característica de un Panel Solar**

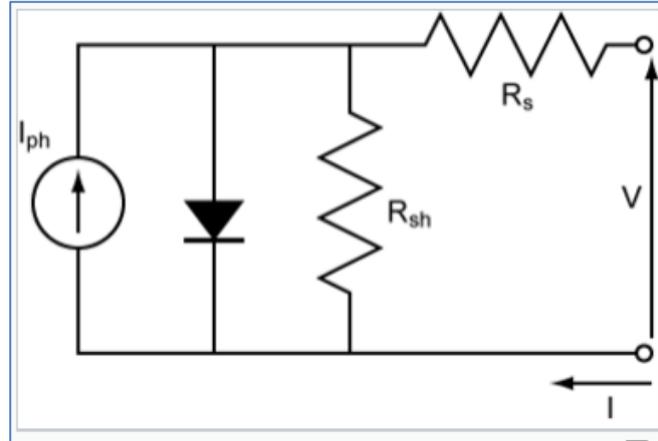


Figura 18. Circuito Equivalente de la Unión p-n

La Figura 18 muestra el esquema unifilar equivalente de una placa solar, el cual está compuesto por dos resistencias: una en serie,  $R_s$ , que se debe a la resistencia del material semiconductor, los contactos metálicos y las conexiones entre ellos; y otra en paralelo o shunt,  $R_p$ , causada por imperfecciones y contaminaciones cerca de la unión p-n. Además, se muestra una fuente de corriente,  $I_L$ , que simboliza la corriente producida por la radiación solar, y un diodo conectado en paralelo que refleja la característica corriente-voltaje (I-V) del panel solar. El comportamiento de esta curva I-V de la célula fotovoltaica está descrito por las ecuaciones (2), (3) y (4) según la referencia[21].

$$I = I_L(G_1, t_1) - N_p I_0 \left[ e^{\left(\frac{V+IR_s}{V_t} - 1\right)} \right] - \frac{V + IR_s}{R_p} \quad (2)$$

$$V_t = mN_s k \frac{(T_1 + 273)}{qe} \quad (3)$$

$$I_0 = \frac{I_{sc} - \frac{V_{oc}}{R_p}}{e^{\left(\frac{V_{oc}}{V_t} - 1\right)}} \quad (4)$$

Donde:

$N_s$  es el numero de celdas en serie del panel solar.

$N_p$  es el numero de celdas en paralelo.

$k$  es la constante de Boltzman.

$qe$  es la carga del electron.

$m$  es el factor de idealidad del diodo.

$T_1$  es la temperatura de trabajo del panel solar en

$R_s$  es la resistencia en serie.

$R_p$  es la resistencia en paralelo.

$I_L(G1, T1)$  es la corriente fotogenerada y aproximadamente igual a la corriente de cortocircuito  $I_{sc}(G1, T1)$ .

$I_0$  es la corriente inversa de saturación del diodo.

$V_{oc}$  es la tensión de circuito abierto [22].

- **Análisis de Aprovechamiento Energético de Dispositivos**

El consumo energético está aumentando rápidamente, mientras que acceder a fuentes tradicionales de energía se vuelve más difícil y costoso. A medida que las preocupaciones sobre el calentamiento global y sus impactos ambientales se intensifican, es crucial encontrar formas de satisfacer nuestras necesidades energéticas de manera sostenible para impulsar el crecimiento económico sin dañar el medio ambiente. La clave radica en diversificar nuestras fuentes de energía y adoptar tecnologías limpias, lo que no solo promoverá el desarrollo económico, sino que también ayudará a mitigar las emisiones nocivas. Los proyectos de energía renovable y cogeneración eficiente ofrecen una serie de beneficios, incluyendo el aprovechamiento de recursos energéticos renovables locales y la conservación del medio ambiente. al evitar el uso de combustibles fósiles contaminantes, el impulso a la industria nacional y la creación de empleo, así como el cumplimiento de nuestros compromisos internacionales en materia ambiental y climática.

Además, esta diversificación del sector energético no solo reduce la variabilidad de los costos de generación eléctrica, sino que también fomenta la participación tanto del sector público como del privado en la inversión necesaria para satisfacer la demanda energética del país.

- **Normativas sobre las Energías Renovables en Ecuador**

La política nacional de energías renovables en Ecuador se basa en la Constitución de 2008, que fomenta la implementación de tecnologías sostenibles y energías alternativas libres de contaminantes. Esta política asegura la soberanía energética sin afectar la soberanía alimentaria ni el derecho al agua. El Estado controla y gestiona los sectores estratégicos, con un enfoque en la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, como entidad principal del sector, busca diversificar las fuentes de energía del país para disminuir la dependencia del petróleo y promover una matriz energética más sostenible. Se están implementando políticas con el objetivo de promover la generación de energía renovable a partir de fuentes como la hidroeléctrica, geotérmica, solar y eólica, además de fomentar el uso de biocombustibles y tecnologías más eficientes en el transporte.

La Ley de régimen del sector eléctrico, aprobada en 1996, fomenta el desarrollo y uso de recursos energéticos no convencionales, otorgando ventajas arancelarias y exoneraciones fiscales para la producción energética basada en energía renovable. Además, se establece un marco legal para los biocombustibles, con regulaciones sobre precios y mezclas, con el objetivo de masificar su uso en el país, especialmente a partir de la caña de azúcar.

El Gobierno Nacional implementa estrategias para promover el uso de biocombustibles, como el Biocombustible Eco país, una mezcla de etanol anhidro y gasolina base, que se aplica principalmente en Guayaquil.

- **Software PVsyst**

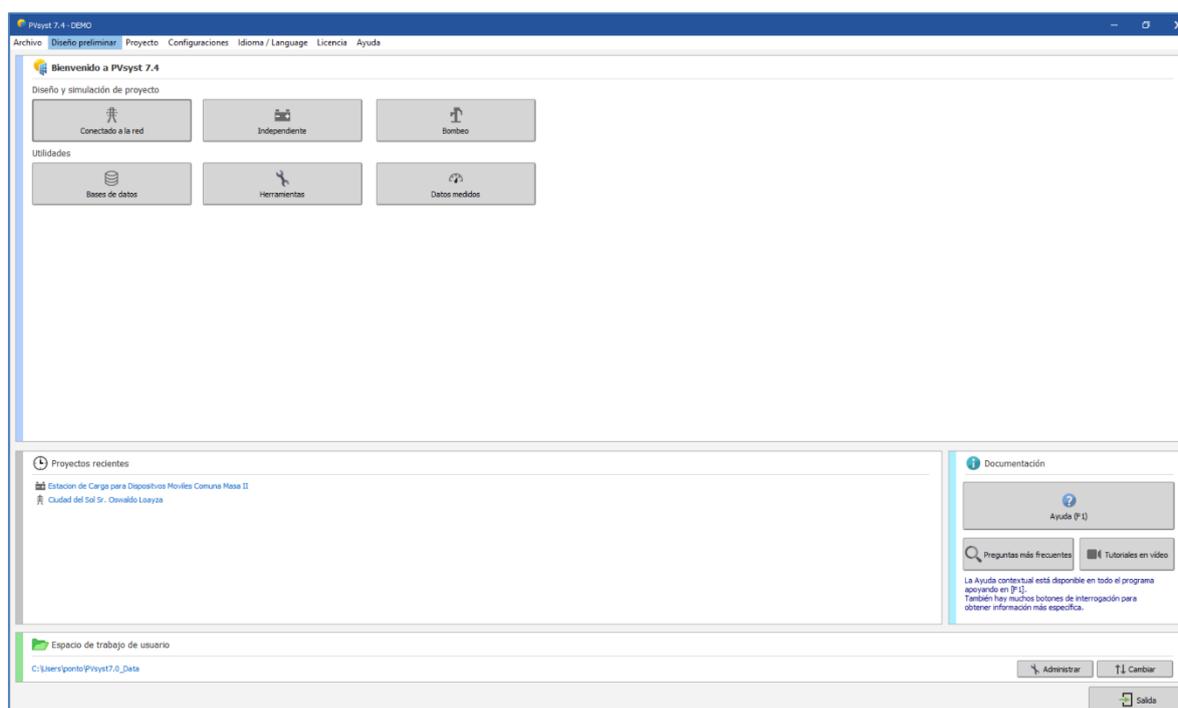
PVsyst se destaca como una herramienta educativa muy valiosa, ya que ofrece un listado de ayudas contextuales detallada que ejemplifica los procesos y modelos utilizados, facilitando el uso del programa mediante una guía para el desarrollo de proyectos.

A nivel profesional, PVsyst es la herramienta más empleada en el sector fotovoltaico. Facilita la simulación y evaluación de sistemas solares utilizando datos meteorológicos específicos, que pueden ser importados, así como la selección de parámetros personalizados para los diferentes componentes de una instalación.

Diseñado para arquitectos, ingenieros e investigadores, PVsyst ofrece la capacidad de diseñar escenarios en 3D, lo que facilita la evaluación de sombreados.

El programa también incluye una potente herramienta de análisis económico, que permite aplicar costos reales personalizables.

Aunque PVsyst se enfoca principalmente en plantas fotovoltaicas de generación, también cubre distintos tipos de instalaciones, como sistemas de autoconsumo, sistemas autónomos y sistemas de bombeo. Los resultados generados por PVsyst se presentan en informes completos, ilustraciones y tablas específicas, y la data se puede exportar a otros programas de software.



*Figura 19. Pantalla de Inicio del Software PVsyst*

## 4. METODOLOGÍA

En esta sección se detalla el proceso utilizado para llevar a cabo el proyecto. Se han identificado tres elementos esenciales: la planificación del sistema de potencia, la construcción del arquetipo y la creación de una guía que proporcionen instrucciones para el uso y mantenimiento adecuados del sistema. El proyecto incluirá una estructura metálica que consta de diversos componentes y equipos eléctricos. Por ello, será necesario realizar ensamblajes y ajustes durante su construcción, así como revisar y verificar los datos técnicos. También se requerirá monitorear las conexiones eléctricas y hacer las correcciones o ajustes necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de la estación solar destinada a la carga de dispositivos móviles.

### 4.1. UBICACIÓN

El proyecto en cuestión se desarrolló a cabo a las afueras de la Escuela de Educación Básica Simón Bolívar, ubicada en el centro de la Comuna Masa II, la cual se encuentra situada en el Golfo de Guayaquil, Provincia de Guayas. Su ubicación Geográfica de la Escuela Simón Bolívar son las coordenadas 2°23'03"S 79°51'37"W, con una altitud de 1msnm.



*Figura 20. Ubicación Geográfica de la Escuela*

#### **4.1.1. DURACIÓN**

Este proyecto se llevó a cabo en un período de 9 meses tras la aprobación para su ejecución, en donde se comenzó con el diseño y modelado del sistema en el programa PVsyst y AutoCAD, para comenzar con la construcción de la estación solar.

#### **4.2 VARIABLES EN ESTUDIO**

- **Variable Independiente**

Satisfacer la necesidad de energía eléctrica para la recarga de los dispositivos móviles de los estudiantes de la Escuela Simón Bolívar y de la comunidad en general.

- **Variable Dependiente**

Producción de potencia eléctrica mediante el adecuamiento de placas solares fotovoltaicas.

- **Cuadro de Variables**

*Tabla 1. Variables de Estudio*

<b>VARIABLES</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICES</b>
<b>INDEPENDIENTE</b> Cubrir la necesidad de energía eléctrica para cargar los dispositivos móviles de los estudiantes de la Escuela Simón Bolívar y la Comunidad en General.	Satisfacer la demanda de energía para cargar las baterías de los dispositivos móviles.	Uso de la energía eléctrica producida	Consumo de energía por parte de los usuarios
<b>DEPENDIENTES</b> Producción de energía eléctrica mediante la instalación de paneles solares.	Energía eléctrica en corriente continua generada a partir de paneles solares fotovoltaicos.	Materiales, proceso de instalación y evidencia visual de la estación de carga solar.	Producción, almacenamiento y consumo

### **4.3. ENERGÍA SOLAR EN EL ECUADOR**

Ecuador, a través del antiguo Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), desarrolló el Atlas Solar para evaluar el potencial de generación eléctrica mediante energía solar. Este atlas ofrece datos sobre la radiación solar global promedio en el país, medida en Wh/m<sup>2</sup>/día, y destaca las regiones con mayor insolación, como las provincias de Loja, Imbabura y Carchi, que tienen un alto potencial para la generación fotovoltaica. La radiación solar global promedio en Ecuador es de aproximadamente 4.575 Wh/m<sup>2</sup>/día, lo que se traduce en un potencial solar estimado de 312 GW, equivalente a 456 TWh anuales o 283 millones de barriles equivalentes de petróleo (MBEP) por año. Este potencial es aproximadamente quince veces superior al potencial hidroeléctrico del país.

A pesar de este elevado potencial energético, el avance de la energía solar en Ecuador aún está en sus etapas iniciales, especialmente en micro generación distribuida. Hasta septiembre de 2017, la capacidad efectiva de energía solar fotovoltaica en este tipo de generación representaba solo el 0,34 % de la capacidad total del país, con una producción de 35,3

GWh/año, equivalente al 0,15% de la producción total de energía. Además, la información disponible se centra en centrales fotovoltaicas con capacidades que van de 0,37 MW a 1 MW, siendo la mayoría de ellas cercanas al límite superior.

## 5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CARGA

El dimensionamiento, construcción e instalación de la estación solar ayudará a satisfacer una necesidad común en la Comuna Masa II, especialmente en las áreas de educación y recreación.

### 5.1. PROYECCIÓN DEL CONSUMO

El sistema fue diseñado para cargar dispositivos electrónicos móviles con un consumo que varía entre 4 W y 25 W. Incluye dos salidas para carga solar, con tomas de corriente estándar que cuentan con puertos USB-C y USB-B. La potencia necesaria se calculó multiplicando el consumo promedio por dispositivo (0,015 kWh) por el número total de dispositivos y las horas de conexión a la estación. Asumiendo una disponibilidad de 6:00 a 21:00 (9 horas) y considerando que al menos la mitad de las salidas estarán en uso durante este tiempo (es decir, 3 dispositivos), se requiere una potencia de 0,7 kWh/día. Estos datos se basan en el censo poblacional de 2022, que muestra una población promedio de 50 habitantes en la Comuna Masa II, donde se estimó que al menos el 50% tiene acceso a un dispositivo móvil.

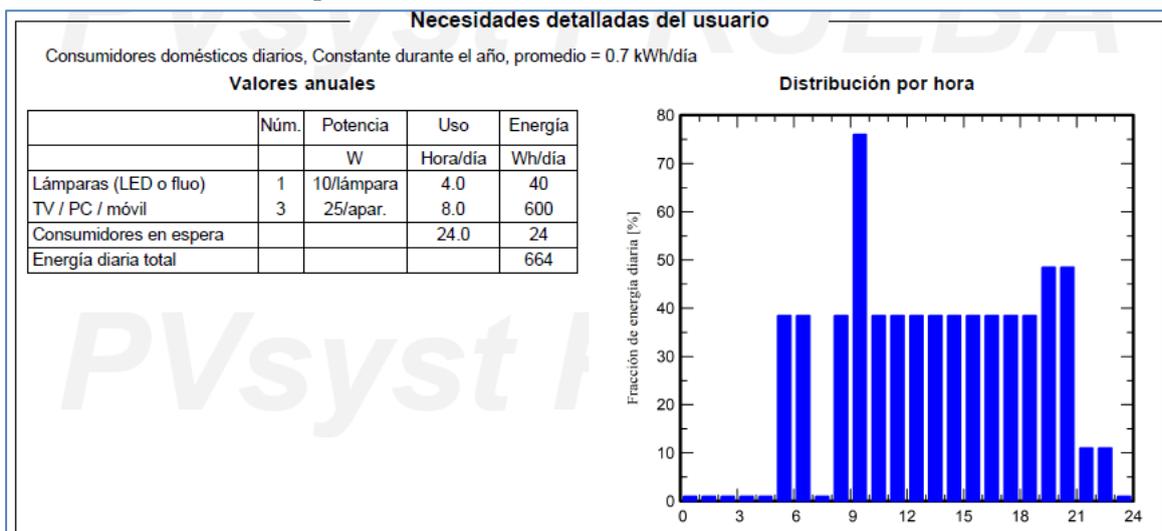


Figura 21. Detalle de Consumo de Usuario

## 5.2. ELECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

Se realizó una evaluación de la radiación solar en el área de implementación utilizando datos de dos fuentes. Primero, se consultó el Mapa Solar de Ecuador del año 2022, que proporcionaba información sobre la radiación solar promedio mensual, así como los valores mínimos y máximos durante ese período (Vaca Revelo & Ordóñez, 2020). La segunda fuente de datos fue la base de datos del software NASA-SSE, empleado para modelar instalaciones fotovoltaicas. Esta fuente ofreció información específica sobre la ubicación del sistema solar y el valor promedio mensual de radiación solar para ese sitio. El análisis combinado de ambos conjuntos de datos permitió calcular un promedio, revelando que la radiación más baja se registró en julio (3,22 kWh/m<sup>2</sup>), mientras que la más alta se observó en noviembre (4,41 kWh/m<sup>2</sup>).

La HSP, o Hora del Sol Pico, indica la energía solar disponible en un área determinada. Una Hora de Sol Pico (HSP) se define como el intervalo en que la intensidad solar llega a los 1 000 W/m<sup>2</sup> (Personal de Autoridad de Energía Solar, s.f.). Si consideramos el valor más bajo de irradiación promedio (4 710 Wh/m<sup>2</sup> en el mes de junio), podemos utilizar la ecuación (5) (Laboratorio de Energía Solar Sostenible - Tecnológico de Costa Rica, s.f.).

$$HSP = \frac{Irradiación_{DiariaPromedio}}{1000W/m^2} \quad (5)$$

$$HSP = \frac{3220W/m^2}{1000W/m^2} = 3,22 h$$

Utilizando Con el valor de HSP determinado por la ecuación (3), el consumo diario de 664 Wh y la potencia nominal de 160 Wp del módulo EVPT160W-18P, se utiliza la ecuación correspondiente (6) que determina el número necesario de módulos solares para el sistema.

$$N_T = \frac{664Wh}{160 Wp(4,71 h)} = 0,881 \approx 1 \text{ módulo solar} \quad (6)$$

El módulo EVPT160W-18P utiliza células de tipo policristalino y consta de 36 celdas dispuestas en una configuración de 6 filas por 6 columnas. Posee unas dimensiones de 1485X 668 X 30 mm Presenta un rendimiento del 17% y cuenta con certificaciones ISO 9001, TUV PID-FREE, CE IEC61215/61730/61701/62716 (Xmart-solar, s.f.).

Technical Data		
MODULE TYPE:	EVPT160W-18P	
Peak Power(Pmax)	(w):	160
Production Tolerance	(%):	0~+3
Maximum Power Current (Imp)	(A):	8.40
Maximum Power Voltage(Vmp)	(V):	19.06
Short Circuit Current (Isc)	(A):	8.89
Open Circuit Voltage (Voc)	(V):	22.24
Weight	(Kg):	11.60
Dimensions	(mm):	1485*668*30
Maximum System Voltage	(VDC):	1000
Mechanical load tested	(Pa):	2400
All technical data at standard test condition AM=1.5 E=1000W/M <sup>2</sup> Tc=25°C		
WARNING ELECTRICAL HAZARD THIS UNIT PRODUCES DC ELECTRICITY WHEN EXPOSED TO LIGHT. COVER GLASS BEFORE REMOVING TERMINAL JUNCTION BOX LID.		

Figura 22. Ficha Técnica del Panel Solar

### 5.3. ELECCION DEL CONTROLADOR DE CARGA CONTROLADOR DE CARGA

En la elección del controlador se tuvo en cuenta el máximo nivel de corriente de cortocircuito del generador solar fotovoltaico.. Dado que la celda solar seleccionado, la placa solar EVPT160W-18P, tiene una corriente máxima de 8,40 A y una corriente de cortocircuito de 8,89 A, se requiere un controlador con una capacidad superior a esta corriente. Por lo tanto, para obtener un mejor rendimiento se seleccionó el regulador MPPT modelo 75/10 12V de Victron Energy, que puede manejar hasta 10 A, opera en un rango de con 12-48 VDC y tiene un consumo reducido de 19 mA (Victron Energy, s.f.).



Figura 23. Controlador de Carga Solar MPPT 75/10

#### 5.4. ELECCION DE LA BATERÍA

Para seleccionar la batería adecuada para el sistema, se utilizó la fórmula (7) según se describe en AREATECNOLOGIA (s.f.). Esta fórmula considera la máxima demanda de energía ( $D_{max}$ ), el número de días de autonomía requeridos ( $D_a$ ), el nivel de descarga de la batería ( $P_d$ ) y el voltaje del sistema ( $V_{sistema}$ ).

$$C_{Bat} = \frac{D_{max}(D_a)}{P_d(V_{sistema})} \quad (7)$$

Se calculó que la demanda máxima de energía sería de 100 Wh al usar los 4 dispositivos simultáneamente. Se estimó que el sistema debería ser independiente durante un promedio de 6 horas sin luz solar. La profundidad de descarga, según las especificaciones del fabricante, es del 50%. El voltaje del sistema está fijado en 12 V según las características técnicas de nuestro regulador de carga MPPT. Con esta información, se calculó que se requería una batería de 47 Ah. No obstante, para proporcionar un margen adicional, se eligió la batería AGM modelo NP55-12, que tiene una capacidad de 55 Ah y opera a 12 VDC (Energy Power SA., 2023). En el Anexo 16 se encuentra información adicional sobre las curvas características y datos de descarga de esta batería.



Figura 24. Batería Energy Power

## 5.5. ELECCIÓN DEL INVERSOR DE CORRIENTE

Es crucial considerar la potencia total al seleccionar el inversor. Para este cálculo, se tomó en cuenta el valor máximo de los dispositivos móviles que podrían conectarse simultáneamente, que es de 25 W cada uno (con un total de 4 dispositivos), y 2 Ojos de Buey Led cuadrados con una potencia de 6W cada uno, lo que suma un total de 112 W. El inversor seleccionado debe tener una potencia mayor a este valor calculado. Por lo tanto, se optó por el modelo NT-916 de 250 W de la marca Victron Energy (Victron Energy, s.f.).



Figura 25. Inversor de Corriente DC/AC

## 5.6. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA

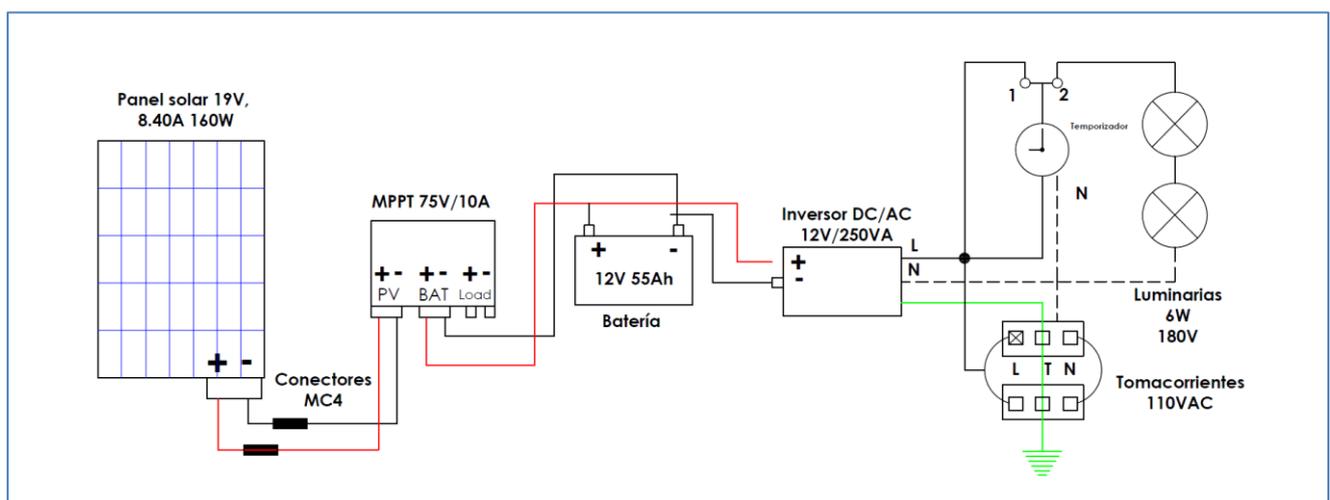


Figura 26. Diagrama Unifilar de la Estación de Carga

En la Figura 26 se detalla el esquema unifilar de la estación de carga, el cual está conformado por todos los elementos eléctricos que funcionaran en esta estación, como elemento principal tenemos la celda solar que utiliza conectores de acople rápido tipo MC4, este se conecta a los terminales del controlador de carga solar MPPT, donde este se encarga de regular el voltaje que genera el panel y envía 12VDC a la Batería, la cual será la encargada de almacenar de respaldo para horas sin luz solar, para así suministrar al inversor 12VC y este se encargara de convertir la corriente continua en corriente alterna, dispone de una toma de 110VAC para su uso de dispositivos eléctricos regulares. En donde alimentara los tomacorrientes y luminarias para su correcto funcionamiento

### 5.7. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METALICA Y ARMADO

Dado que el prototipo será instalado en los alrededores del parque de la Comuna Masa 2, es crucial seleccionar materiales que puedan resistir la corrosión y las tensiones físicas causadas por las condiciones climáticas adversas. Estos materiales deben proteger los componentes del prototipo mientras proporcionan un entorno cómodo y funcional para la comunidad en general. La Figura 22 muestra un diseño en 2D de la estructura propuesta en donde se instalará el sistema fotovoltaico, el mismo que fue diseñado utilizando un software especializado en modelado mecánico (AutoCAD).

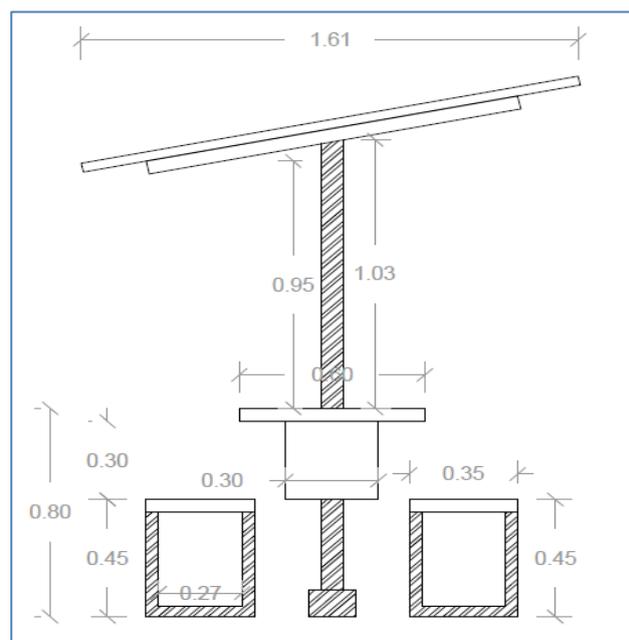
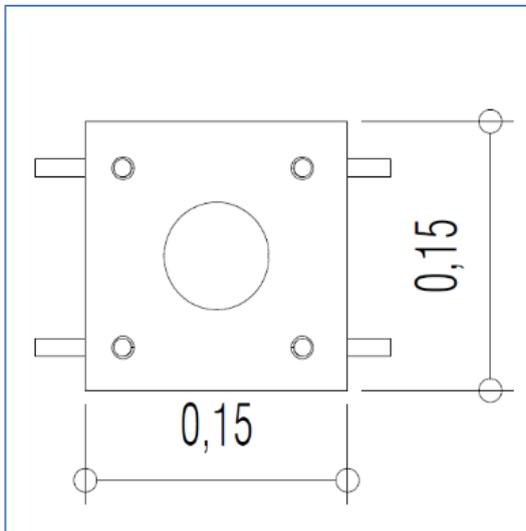
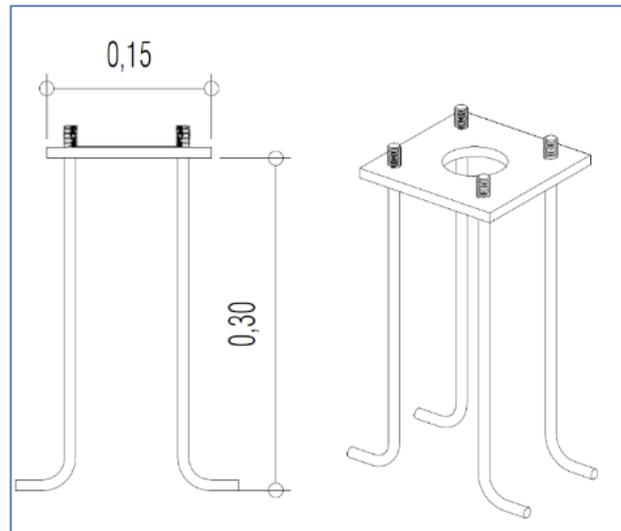


Figura 27. Modelado CAD del Sistema de Carga

Como vemos de base en la figura 23 utilizamos una plancha de hierro de 15cm x 15cm x 10mm la cual ira soldada a un extremo del tubo y esta se fijará a un plinto de hormigón que estará fijado en el suelo con pernos para poderla empernar como muestra en la figura 24.



*Figura 29. Modelo CAD de la base*



*Figura 28. Modelo CAD del plinto de Hormigón*

El bastidor central que sostendrá el panel solar, corresponderá a una columna de tubería cuadrada estructural de acero galvanizado en caliente de 100mm X 100mm X 2mm que cumple con la norma NTE INEN 2415 y tendrá un largo de 2 mts, la cual llevara un soporte en el extremo superior para fijar un techado y en el extremo inferior una base para fijarlo al concreto, este debe ser lo suficientemente resistente para soportar un panel solar con dimensiones de 1485mm X 668mm X 30mm y un peso de 11.60 Kg. Así mismo, se proporciona en forma de un kit de montaje para facilitar su instalación. La estructura debe ser capaz de resistir al menos una velocidad de viento de 150 km/h. Además, esta estructura determinará la inclinación de los paneles solares.

Para la mesa de trabajo se utilizó Teca, la cual es un tipo de madera que se caracteriza por ser resistente a la putrefacción y a los ataques de insectos gracias a los aceites naturales que contiene y su alta densidad, el tablero tiene 700mm X 700mm X 5mm el cual se compone de 2 piezas que se encajan perfectamente con la columna central, esta madera fue tratada y curada para las distintas condiciones climáticas que va a afrontar, así mismo para mejorar su aspecto lleva una mano de laca y barniz conservando sus betas naturales.

Para las bancas estas disponen de un armazón metálico con tubo estructural rectangular de 20mm X 40mm X 2mm que cumple con la norma NTE INEN 2415, que se empernan a un

tablón de 700mm X 350mm X 5mm para formar una banca.

Todos los elementos estructurales están recubiertos con resina acrílica y pigmentos de alta calidad que son resistentes a los rayos solares, aplicado sobre una capa inicial de pintura mate a base de solvente. Este recubrimiento está diseñado para resistir las condiciones climáticas externas. El módulo está equipado con dos bancas laterales dispuestas una enfrente de otra con un diseño minimalista combinando hierro y madera, en el centro una mesa, diseñada para que los estudiantes y la comunidad en general puedan usarlo para recargar sus dispositivos móviles mientras realizan cualquier otro tipo de actividad, ya sea leer, estudiar, conversar, etc. Dispone de 2 tomas de energía con conexión a USB-C y USB-A que están situados en cada cara de la columna. Además, para las horas nocturnas, cuando no hay luz solar, el módulo cuenta con un sistema de iluminación LED que se enciende y apaga automáticamente mediante un dispositivo electrónico de control del sistema de generación de energía solar. Se ha añadido un compartimiento destinado a albergar los demás elementos del modelo. Además, se han diseñado dos asientos colocados frente a cada toma de energía para ofrecer confort a los usuarios (ver Figura 25).

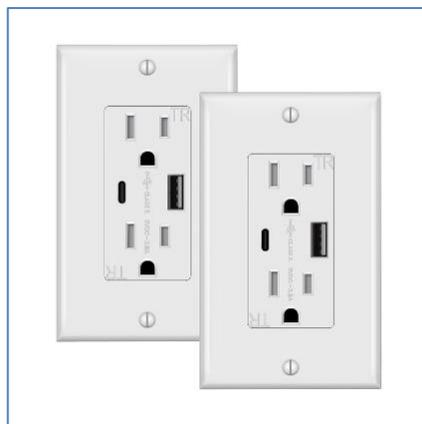


*Figura 30. Diseño 3D de la Estación de Carga*

Se empleó cable calibre 10 AWG para uso fotovoltaico con un aislamiento para 2000 V y soporta hasta 20 A, para la conexión del panel al controlador, batería e inversor y cable 12 AWG para las demás conexiones a los tomacorrientes y alumbrado en general. Como medida de protección, se instaló un fusible de 10 A, que es adecuado para la potencia máxima especificada en el diseño para el consumo. Además, se instaló una conexión a tierra con una resistencia de 5 Ohmios para salvaguardar los dispositivos móviles conectados al sistema.

### 5.8. TOMACORRIENTES

El terminal de carga está configurado con dos puntos de conexión, los cuales disponen de 2 tomas de corriente alterna tipo B, 1 Puerto USB-A y un puerto USB-C. Para satisfacer estos requisitos, se seleccionó el modelo de toma polarizada de TAKETEK, que es una toma empotrable con dos puertos USB que proporciona 3A a través de USB-C y 2.4A a través de USB-A, con una capacidad máxima combinada de salida de 3.6A. Además de los puertos USB Tipo-A y Tipo-C, incluye dos enchufes estándar de 15A con protección contra manipulaciones. Admite tecnologías de carga. Este modelo opera a una tensión de 110 – 125 V.



*Figura 31. Tomacorrientes Marca TAKETEK*

### 5.9. ALUMBRADO DE LA ESTACIÓN DE CARGA

Se instaló un sistema de iluminación inteligente con una iluminación LED. Estas luces están controladas por un sensor crepuscular y de movimiento, permitiendo que se enciendan automáticamente en presencia de movimiento o cuando la luz natural es insuficiente. Las luminarias elegidas son dos paneles cuadrados de 6W de la marca Sylvania, que funcionan con un voltaje de 100 a 240 V y proporcionan una luminosidad de 350 lm con una temperatura de color de 6500K. El temporizador tiene una cobertura de 24h y opera con un voltaje de 120 a 240 V según lo especificado por el fabricante General Electric.



*Figura 32. Alumbrado de la estación de carga*



Figura 33. Temporizador para control de luminarias

## 6. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN PVSYS

Después de haber ingresado los datos en el sistema en el programa PVsyst, arrojo los siguientes resultados, donde tenemos que la energía solar disponible anualmente es de 216,04 kWh/año, teniendo así un total de energía utilizable de 193,52 kWh/año. Existiendo un exceso de 13,13 kWh/año, por pérdidas de sobrecarga siendo este el 0,5 % y la energía faltante sería de 48,84 kWh/año.

### 6.1. PRODUCCIONES NORMALIZADAS POR KWP

En la Figura 32 podemos observar las producciones normalizadas de energía que tenemos durante un periodo de 12 meses, teniendo, así como resultados de Energía no utilizada de 0,22 kWh/kWp/día, pérdida del conjunto FV 0,71 kWh/kWp/día, pérdidas del sistema y carga de batería de 0,28 kWh/kWp/día y un total de energía suministrada al usuario de 3,31 kWh/kWp/día.

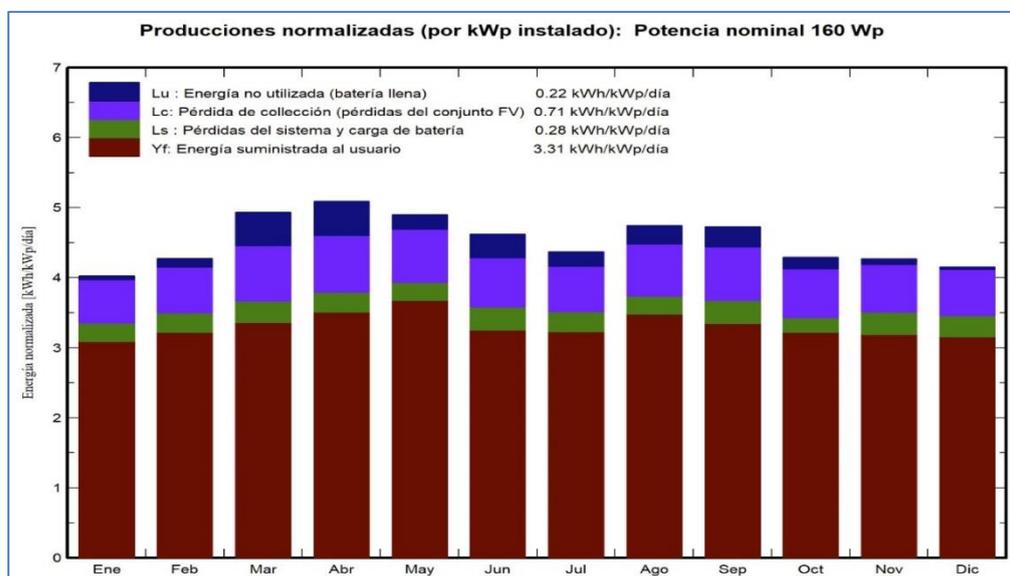
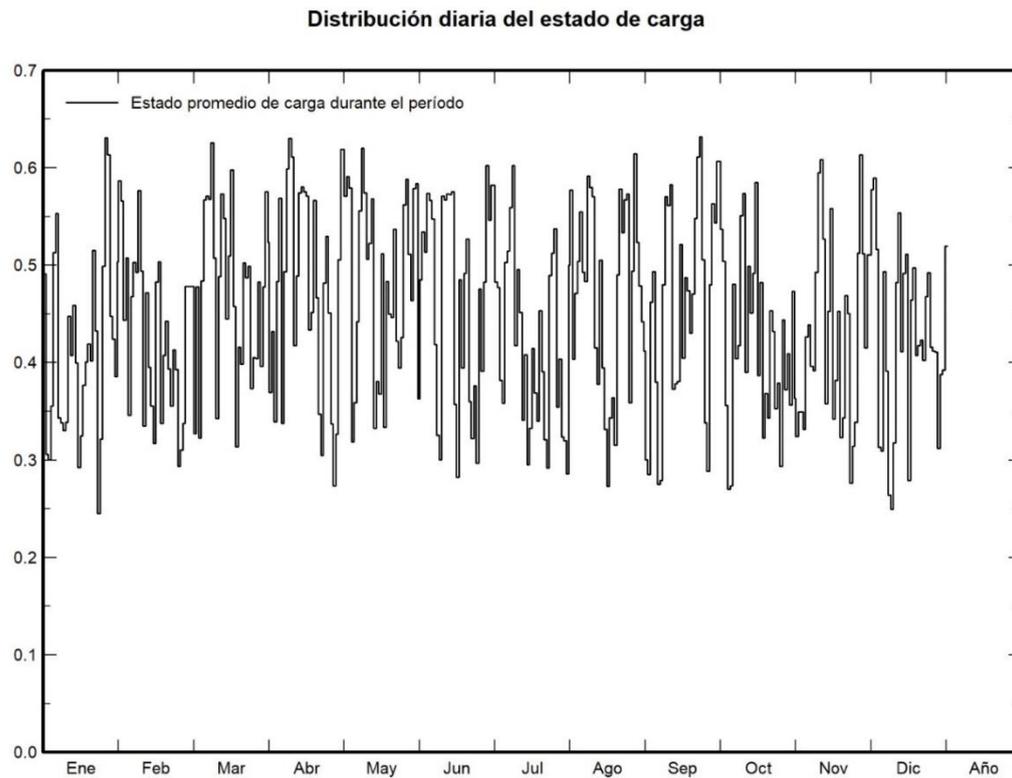


Figura 34. Producción Normalizada por (kWp Instalado)



*Figura 35. Estado de Carga de la Batería*

El nivel de carga pico de la batería lo tenemos en el mes de septiembre con 0,7 kWh, y el más bajo en enero con 0,25 kWh. Teniendo así un estado promedio de carga durante un periodo de 12 meses.

**Simulación Final Sistema de Carga  
Balances y resultados principales**

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	proporción
<b>Enero</b>	139.2	120.2	16.33	0.272	5.234	15.35	20.58	0.746
<b>Febrero</b>	128.5	115.8	15.69	0.549	4.164	14.43	18.59	0.776
<b>Marzo</b>	156.2	148.9	19.92	2.344	3.919	16.66	20.58	0.810
<b>Abril</b>	147.3	149.2	19.96	2.322	3.076	16.84	19.92	0.846
<b>Mayo</b>	139.8	148.3	19.89	1.005	2.346	18.24	20.58	0.886
<b>Junio</b>	125.4	135.5	18.20	1.601	4.292	15.63	19.92	0.785
<b>Julio</b>	124.3	132.2	17.88	1.029	4.560	16.02	20.58	0.779
<b>Agosto</b>	139.5	143.6	19.26	1.301	3.301	17.28	20.58	0.840
<b>Septiembre</b>	142.2	138.1	18.41	1.371	3.839	16.08	19.92	0.807
<b>Octubre</b>	139.8	128.9	17.19	0.799	4.605	15.98	20.58	0.776
<b>Noviembre</b>	141.6	123.5	16.58	0.356	4.595	15.33	19.92	0.769
<b>Diciembre</b>	146.0	123.8	16.73	0.177	4.909	15.68	20.58	0.762
<b>Año</b>	1669.9	1608.0	216.04	13.126	48.840	193.52	242.36	0.799

*Figura 36. Balances y Resultados Principales*

Como resultados principales en un periodo de 1 año como podemos observar en la Figura 32, tenemos que la energía global disponible es de 1669.9 kWh/m<sup>2</sup> de la cual solo se aprovechan 1608 kWh/m<sup>2</sup>. La energía disponible que captó el sistema en un año fue de 216.04 kWh, de la cual no se usó 13.12 kWh, hubo un desperdicio de 48.84 kWh, la energía total consumida por los usuarios fue de 193.52 kWh y la carga total de 242.36 kWh.

## 6.2. PRESUPUESTO

La Tabla 35 muestra el costo total utilizado en la construcción del modelo propuesto. Se emplearon materiales y equipos de alta calidad basándose en todas las normativas vigentes, estos fueron adquiridos de manera local en locales comerciales nacionales. El presupuesto se basa en precios reales establecidos en el mercado, incluyendo la mano de obra.

Costo del sistema			
Costos de instalación			
Artículo	Cantidad unidades	Costo USD	Total USD
Módulos FV			
PowerGlaz SMT(6)48P(160)	1	145.00	145.00
Soportes para módulos	1	80.00	80.00
Baterías			130.00
Controladores			330.00
Otros componentes			
Accesorios, sujetadores	1	400.00	400.00
Cableado	1	120.00	120.00
Caja de conexiones	1	40.00	40.00
Instalación			
Costo de instalación global por módulo	1	50.00	50.00
Costo de instalación global por inversor	1	50.00	50.00
Costo de instalación global por batería	1	50.00	50.00
Transporte	1	60.00	60.00
Ajustes	1	100.00	100.00
		Total	1.555.00
		Activo amortizable	1.085.00
Costos de operación			
Artículo			Total USD/año
Mantenimiento			
Reparaciones			20.00
Limpieza			10.00
Provisión para remplazo batería			300.00
Total (OPEX)			330.00
Resumen del sistema			
Costo total de instalación		1.555.00 USD	
Costos de operación		330.00 USD/año	
Exceso de energía (batería llena)		14.0 kWh/año	
Energía solar usada		194 kWh/año	
Costo energético usado		2.4782 USD/kWh	

Figura 37. Presupuestos

## 7. PRUEBAS A LA ESTACIÓN DE CARGA

En esta sección se exponen los resultados obtenidos de las pruebas realizadas de la estación, junto con su análisis y la valoración del sistema propuesto.

El sistema de solar, tanto en su diseño como en su implementación, es completamente autónomo y no requiere ninguna fuente de energía externa, operando únicamente con la energía que genera por sí mismo. Este sistema incluye un panel fotovoltaico, una batería, un controlador de carga y un inversor. El panel fotovoltaico convierte la radiación solar en electricidad, y el controlador de carga se encarga de regular la tensión de salida para proteger la batería de sobrecargas, además de ajustar su funcionamiento entre los modos de carga y reposo, de acuerdo con la producción de energía del panel solar y las condiciones operativas. La batería sirve como reserva de energía, garantizando el funcionamiento del sistema cuando el panel solar no genera suficiente energía. Finalmente, el inversor convierte la corriente continua generada por el panel y la batería en corriente alterna, permitiendo que la energía sea utilizada por equipos eléctricos convencionales.

Los resultados del dimensionamiento de este sistema se detallan en la Tabla 1.

*Tabla 2. Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico*

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Potencia de Demanda	0.664 kWh
Radiación Promedio (Baja)	124,3 kWh/m <sup>2</sup>
Hora Solar Pico	3,22 h
Cantidad de Placas Solares de 160 W	0.881
Potencia Máxima (En Necesidad)	150 W
Potencia Máxima (En Generación)	250 W
Capacidad de Batería Requerida	47 Ah
Capacidad de Batería Real	55 Ah

La tabla 2 detalla los distintos equipos empleados en la construcción de la estación de carga solar.

*Tabla 3. Equipos de Sistema de Carga Solar*

<b>ELEMENTOS DEL SISTEMA</b>	<b>MODELO</b>	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>
Panel Solar	EVPT160W-18P	160 W, Policristalino, 18 Celdas
Controlador de Carga MPPT	MPPT 75/10	10 A & 75 VDC
Batería AGM	NP55-12	55 Ah & 12VDC
Inversor DC/AC	Phoenix 12/250	250W, IN: 12V, OUT: 110/120V
Timer	General Electric 15075	120 VAC / 15 A 1250 W
Luminaria Led	Led Panel SQ 11.5 cm X 11.5 cm	6 W 100/240 VAC. Temperatura de Color 6500K 320 lm
Tomacorriente	BOBY2B1JN5	15 A 110VAC / 3 A USB-C & 2.4 A USB-A

*Tabla 4. Voltajes de Salida de Equipos*

<b>EQUIPO</b>	<b>VOLTAJE</b>
Panel Solar	16.88 VDC
Controlador de Carga	12.7 VDC
Bateria	13.35 VDC
Inversor DC/AC	120.1 VAC
Toma Corriente AC & USB	120 VAC / 5 VDC

Basado en la bibliografía disponible, se realizaron cálculos teóricos para estimar los valores energéticos que el sistema debe ofrecer a los usuarios se basan en el escenario de alcanzar el máximo número de usuarios del terminal de carga durante un período determinado. Esta información es crucial para seleccionar los materiales y dispositivos necesarios para construir

el prototipo, se llevaron a cabo cálculos matemáticos necesarios para la selección de equipos con propiedades técnicas similares a las de los productos comerciales disponibles. Los materiales para el soporte estructural del prototipo fueron elegidos por su resistencia a la corrosión y a las fuerzas físicas derivadas del clima. Tras un análisis, se determinó que el acero galvanizado y madera tratada eran los más adecuados para ofrecer una mayor protección. Antes de instalar el sistema, se verificó que la zona elegida tuviera una superficie adecuada para permitir mejoras en el suelo y asegurar una correcta fijación de la estructura. Tras la instalación del prototipo, se probó el sistema midiendo el voltaje en cada tomacorriente para asegurar el funcionamiento correcto de cada componente y de la estación en general. Como ensayo final de comprobación, se pidió a los habitantes de la comuna que conectaran sus dispositivos móviles al prototipo, y se comprobó que estos se cargaron correctamente.

### **7.1.COLOCACIÓN Y CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS CORRESPONDIENTES**

En la figura 38, se procedió a colocar lo que es el inversor, batería, controlador y la pasada de los cables para todos estos equipos y luminaria.



*Figura 38. Colocación de equipos*

## 7.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

En la figura 39, se realizó las pruebas cargando dispositivos y que cumpla su función.



*Figura 39. Prueba de la estación*

## 7.3. ENTREGA Y EXPLICACIÓN DEL CORRECTO USO DE LA ESTACIÓN DE CARGA

En la figura 40, se explicó el debido uso de la estación a los moradores de la comunidad MASA 2, y sus respectivas recomendaciones, también se realizó la entrega de la estación donde los moradores se pusieron muy contentos al recibir esta gran ayuda.



*Figura 40. Entrega de proyecto*

## **8. RESULTADOS**

Para hacer funcionar la estación solar destinada a la carga de dispositivos móviles, se aplicaron conocimientos en metalmecánica, electricidad y electrónica. Se desarrolló un diseño detallado que originalmente estaba en el papel, basado en la iniciativa e investigación del equipo del proyecto. Durante la construcción, se siguieron diversos procesos constructivos, como el ensamblaje, la estructuración de diagramas eléctricos y la distribución de los componentes, lo que permitió que el proyecto tuviera éxito. La estación solar funciona almacenando energía a partir de una fuente de energía alternativa: la luz solar, utilizando energía fotovoltaica.

La estación de carga solar para dispositivos móviles cumple satisfactoriamente con la demanda establecida para la comunidad como una estación emergente, proporcionando 250 Vatios de potencia. Esto es posible gracias a las óptimas condiciones solares y geográficas, así como a la correcta estimación de los materiales necesarios. Por lo tanto, la hipótesis resulta ser correcta.

## **9. CONCLUSIONES**

1. El proyecto se desarrolló cumpliendo con las condiciones y parámetros establecidos, gracias a una planificación estratégica y sistemática que incluyó el análisis de costos y la viabilidad de este. Para demostrar que estos sistemas son igual de eficientes y confiables que las redes tradicionales.
2. La investigación en energías alternativas proporcionó información valiosa sobre análisis y costos, orientada a la implementación de proyectos de generación de energía renovable, lo que resultó en un proyecto con excelentes características de rendimiento. Dando así paso a una nueva era energética donde se optimicen los recursos.
3. El proyecto cumple su objetivo principal al ofrecer un servicio esencial para la comunidad que utiliza estos espacios de educación y recreación. Esto garantizará a la comuna el acceso a una fuente alternativa de energía y la posibilidad de utilizar esta estación solar para sus residentes. Para la Escuela de Educación Básica situada en el

centro de la comunidad, la estación de carga satisface las necesidades básicas de esta y la comunidad en general.

## **10. RECOMENDACIONES**

1. Para una mayor optimización de carga para los dispositivos, usar medidores de corrientes, voltaje y potencia. Y así lograr obtener datos reales de producción y consumo.
2. Los equipos de la estación de carga solar deben estar adecuadamente protegidos contra posibles incidentes, como golpes y derrames de líquidos. Por este motivo, está prohibido ingresar comida y bebidas mientras se utiliza la estación.
3. Es importante concienciar a los beneficiarios de que la estación de carga debe mantenerse en buen estado para así dar mayor utilidad a las futuras generaciones.
4. La implementación de un plan de mantenimiento periódico estaría correcta para la conservación y normal funcionamiento de la estación de carga y alargar la vida útil y de todos los equipos que la componen.
5. Al tener cables y conexiones expuestas al ambiente y zonas húmedas es necesario tomar en cuenta que estas pueden sulfatarse, por lo que es recomendable realizar buenos empalmes y que estos se encuentren debidamente aislados.
6. Tener un aislamiento adecuado de la batería de los otros componentes debido a que el Ácido Sulfúrico que usa puede corroer los demás componentes y causar daños en estos y ocasionar un mal funcionamiento de esta o un daño irreversible.
7. La correcta ventilación y aislamiento de los equipos para evitar que ingrese polvo y humedad a estos. Dejar las rejillas de ventilación necesarias para que los equipos tengan una adecuada ventilación y puedan trabajar a su temperatura ideal.

## BIBLIOGRAFÍAS

- [1] J. Ismael, G. Dávalos, H. Mauricio, and T. Pazmiño, “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO Y SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA VISUALIZAR LA CURVA CARACTERÍSTICA DE CELDAS Y PANELES SOLARES PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL.”
- [2] G. S. Inca Yajamín, D. F. Cabrera Carrión, D. F. Villalta Gualán, R. C. Bautista Zurita, and H. D. Cabrera Carrion, “Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: avances, desafíos y perspectivas,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 3, pp. 9493–9509, Jul. 2023, doi: 10.37811/cl\_rcm.v7i3.6835.
- [3] F. R. Posso, J. P. Sánchez, and J. Sigüencia, “Estimación del Potencial de Producción de Hidrógeno a partir de Energía Solar Fotovoltaica en Ecuador,” *Revista Técnica “energía”*. No. 12, pp. 373–378.
- [4] J. Peralta, E. Delgado, and I. Sosa, “Análisis y evaluación de la información meteorológica disponible para la prospección del recurso eólico en el perfil costero Ecuatoriano.”
- [5] S. Ecuador, Á. De Gestión, F. Efraín, and P. Chiguano, “Modelo de gestión estratégica para la industria de energías renovables bajo el escenario de cambio de la matriz energética del Ecuador,” 2018. Accessed: Dec. 22, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6451/1/T2761-MBA-Pacheco-Modelo.pdf>
- [6] J. L. Godoy, M. Schierloh, and J. Vega, “Evaluación económica de microrredes eléctricas con generación renovable,” 2019. [Online]. Available: [www.santafe-conicet.gov.ar](http://www.santafe-conicet.gov.ar)
- [7] P. Pérez Fernández, “DESCRIPCIÓN E INFRAESTRUCTURA DE UNA MICRORRED PARA UN ENTORNO RESIDENCIAL,” Universidad de Valladolid, 2017. Accessed: Dec. 18, 2023. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/211107164.pdf>
- [8] H. Altomonte, F. Cuevas, F. Sanchez, and Gómez Javier, “FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE SITUACIÓN Y PROPUESTAS DE POLÍTICAS,” 2004. Accessed: Dec. 18, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4ebbf30a-7ff4-4dde-ba55-4a0145f6e643/content>
- [9] Y. U. Lopez Castrillon and F. A. Gaviria Cataño, “Metodología y evaluación de recursos energéticos renovables: implementación de microrredes aisladas,” *Visión electrónica*, vol. 12, no. 2, pp. 162–172, Dec. 2018, doi: 10.14483/22484728.14260.
- [10] “PeñaContrerasJonathan2022.pdf”.
- [11] “Bastida-Molina;Hurtado-Perez;Vargas-Salgado - Microrredes híbridas, una solución para países en v...”.

- [12] M. Tapia, D. Heinemann, D. Ballari, and E. Zondervan, "Spatio-temporal characterization of long-term solar resource using spatial functional data analysis: Understanding the variability and complementarity of global horizontal irradiance in Ecuador," *Renew Energy*, vol. 189, pp. 1176–1193, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.renene.2022.03.049.
- [13] M. Żołądek, R. Figaj, A. Kafetzis, and K. Panopoulos, "Energy-economic assessment of self-sufficient microgrid based on wind turbine, photovoltaic field, wood gasifier, battery, and hydrogen energy storage," *Int J Hydrogen Energy*, 2023, doi: 10.1016/j.ijhydene.2023.04.327.
- [14] V. Mudgal, K. S. Reddy, and T. K. Mallick, "Techno-economic analysis of standalone solar photovoltaic-wind-biogas hybrid renewable energy system for community energy requirement," *Future Cities and Environment*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.5334/fce.72.
- [15] M. Armijos-Cabrera, V. González-Jaramillo, and A. Fries, "CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES METEOROLÓGICAS A SER USADAS COMO FUENTES DE ENERGÍA EN LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR. CHARACTERIZATION OF METEOROLOGICAL VARIABLES TO BE USED AS SOURCES OF ENERGY IN THE SOUTHERN REGION OF ECUADOR."
- [16] N. Fonseca, "Trell Final de Grau/Carrera."
- [17] A. Sierra and A. Reinders, "Designing innovative solutions for solar-powered electric mobility applications," *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, vol. 29, no. 7, pp. 802–818, Jul. 2021, doi: 10.1002/pip.3385.
- [18] T. T. Lan, S. Jirakiattikul, M. S. Chowdhury, D. Ali, L. D. Niem, and K. Techato, "The effect of retail electricity price levels on the fi values of smart-grid rooftop solar power systems: A case study in the central highlands of vietnam," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 21, pp. 1–22, Nov. 2020, doi: 10.3390/su12219209.
- [19] B. J. Tacuri Chavez, M. G. Rivas Villa, and S. A. Moscoso Bernal, "Análisis de eficiencia energética de un Sistema Fotovoltaico Aislado (SFA) para una estación de carga," *Revista InGenio*, vol. 7, no. 2, pp. 22–36, Jul. 2024, doi: 10.18779/ingenio.v7i2.784.
- [20] L. H. Vera, C. A. Pilar, and M. J. Roibon, "DESARROLLO Y TRANSFERENCIA DE CARGADOR SOLAR PARA DISPOSITIVOS MÓVILES."
- [21] B. L. Rommel Alexis and E. A. Llanes Cedeño, "LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL EN EL ECUADOR A PARTIR DEL USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES," *Universidad Ciencia y Tecnología*, vol. 24, no. 104, pp. 36–46, Sep. 2020, doi: 10.47460/uct.v24i104.364.
- [22] S. R. Wenham, M. A. Green, M. E. Watt, R. Corkish, and A. Sproul, "PHOTOVOLTAICS THIRD EDITION."

## ANEXOS

*ANEXO 1 - INFORME DE SIMULACIÓN PVSYS*

Versión 7.4.8

**PVsyst - Informe de simulación****Sistema independiente**

Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles, Empleando Energia Renovable en la Cc

Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

Sistema independiente con baterías

Potencia del sistema: 160 Wp

Recinto La Masa II San Carlos - Ecuador

Author

## ANEXO 2 - RESÚMENES GENERALES DEL SISTEMA



Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

PVsyst V7.4.8

VC0, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8

Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

### Resumen del proyecto

**Sitio geográfico**  
Recinto La Masa II San Carlos  
Ecuador

**Situación**  
Latitud -2.37 °S  
Longitud -79.86 °W  
Altitud 9 m  
Zona horaria UTC-5

**Configuración del proyecto**  
Albedo 0.20

#### Datos meteo

Recinto La Masa II San Carlos  
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

### Resumen del sistema

#### Sistema independiente

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azmut 15 / 0 °

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos 1 unidad  
Prom total 160 Wp

#### Sistema independiente con baterías

##### Necesidades del usuario

Consumidores domésticos diarios  
Constante durante el año  
Promedio 0.7 kWh/Día

##### Paquete de baterías

Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM  
Núm. de unidades 1 unidad  
Voltaje 12 V  
Capacidad 50 Ah

### Resumen de resultados

Energía solar utilizable	193.62 kWh/año	Producción específica	1210 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	73.12 %
Energía faltante	48.74 kWh/año	Energía solar disponible	216.95 kWh/año	Fracción solar (SF)	79.89 %
Exceso (sin usar)	13.98 kWh/año				

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Necesidades detalladas del usuario	4
Resultados principales	5
Diagrama de pérdida	6
Gráficos predefinidos	7
Costo del sistema	12
Análisis financiero	13

## ANEXO 3 - PARÁMETROS & CARACTERÍSTICAS GENERALES



PVsyst V7.4.8

VC0, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8

Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

### Parámetros generales

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Configuración de cobertizos</b>	
Orientación	Sin escena 3D definida	<b>Modelos usados</b>
Plano fijo		Transposición Perez
Inclinación/Azimut 15 / 0 °		Difuso Perez, Meteorom
		Circunsolar separado
<b>Necesidades del usuario</b>		
Consumidores domésticos diarios		
Constante durante el año		
Promedio 0.7 kWh/Día		

### Características del generador FV

Módulo FV	Batería
Fabricante Generic	Fabricante Generic
Modelo PowerGlaz SMT(6)48P(160)	Modelo PVX-560T
(Base de datos PVsyst original)	Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM
Unidad Nom. Potencia 160 Wp	Núm. de unidades 1 Unidad
Número de módulos FV 1 unidad	Descarga mín. SOC 20.0 %
Nominal (STC) 160 Wp	Energía almacenada 0.5 kWh
Módulos 1 cadenas x 1 En serie	<b>Características del paquete de baterías</b>
En cond. de funcionam. (50°C)	Voltaje 12 V
Pmpp 147 Wp	Capacidad nominal 50 Ah (C10)
U mpp 21 V	Temperatura Temperatura ambiente exterior
I mpp 7.2 A	
<b>Controlador</b>	<b>Control de gestión de la batería</b>
Fabricante Generic	Comandos de umbral como Cálculo SOC
Modelo SmartSolar MPPT 75/10 12V	Cargando SOC = 0.90 / 0.75
Tecnología Convertidor MPPT	aprox. 13.8 / 12.5 V
Coef. temp. -2.7 mV/°C/Elem.	Descarga SOC = 0.20 / 0.45
<b>Convertidor</b>	aprox. 11.6 / 12.2 V
Eficiencias máxi y EURO 98.0 / 96.0 %	
<b>Potencia FV total</b>	
Nominal (STC) 0.160 kWp	
Total 1 módulos	
Área del módulo 1.3 m²	
Área celular 1.2 m²	

### Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica	Pérdidas de cableado CC	Pérdida diodos serie
Temperatura módulo según irradiancia	Res. conjunto global 47 mΩ	Caída de tensión 0.7 V
Uc (const) 20.0 W/m²K	Frac. de pérdida 1.5 % en STC	Frac. de pérdida 3.1 % en STC
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s		
<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>	<b>Factor de pérdida IAM</b>
Frac. de pérdida 1.5 %	Frac. de pérdida 0.0 % en MPP	Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cos <sup>2</sup> -1)
		Parám. bo 0.05

## ANEXO 4-NECESIDADES DETALLADAS DE USUARIO



PVsyst V7.4.8

VC0, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8

Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

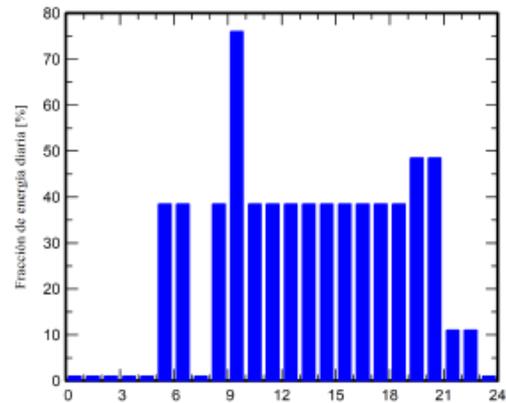
### Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 0.7 kWh/día

#### Valores anuales

	Núm.	Potencia W	Uso Hora/día	Energía Wh/día
Lámparas (LED o fluo)	1	10/lámpara	4.0	40
TV / PC / móvil	3	25/apar.	8.0	600
Consumidores en espera			24.0	24
Energía diaria total				664

#### Distribución por hora



## ANEXO 5-RESULTADOS PRINCIPALES



Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

PVsyst V7.4.8

VC0, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8

Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

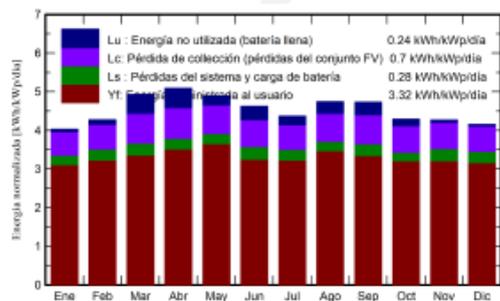
### Resultados principales

<b>Producción del sistema</b>			
Energía solar utilizable	193.62 kWh/año	Proporción rend. PR	73.12 %
Energía solar disponible	216.95 kWh/año	Fracción solar (SF)	79.89 %
Exceso (sin usar)	13.98 kWh/año		
<b>Pérdida de carga</b>			
Fracción de tiempo	0.5 %	<b>Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)</b>	
Energía faltante	48.74 kWh/año	Ciclos SOW	80.9 %
		SOW estático	81.6 %
		Duración de vida de batería	5.2 años

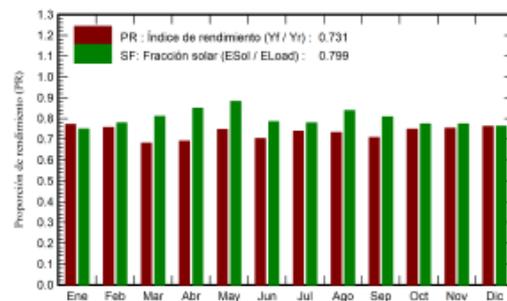
### Evaluación económica

<b>Inversión</b>		<b>Costo anual</b>		<b>LCOE</b>	
Global	1.555.00 USD	A anualidades	0.00 USD/año	Costo energético	1.70 USD/kWh
Específico	9.72 USD/Wp	Costos de func.	330.00 USD/año		
		Período de recuperación productivo			

### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	139.2	120.2	16.36	0.289	5.183	15.42	20.58	0.749
Febrero	128.5	115.8	15.73	0.495	4.122	14.47	18.59	0.778
Marzo	156.2	148.9	20.02	2.412	3.903	16.68	20.58	0.811
Abril	147.3	149.2	20.07	2.424	3.020	16.90	19.92	0.849
Mayo	139.8	148.3	19.99	1.179	2.426	18.16	20.58	0.882
Junio	125.4	135.5	18.28	1.673	4.309	15.61	19.92	0.784
Julio	124.3	132.2	17.94	1.108	4.573	16.01	20.58	0.778
Agosto	139.5	143.6	19.36	1.501	3.341	17.24	20.58	0.838
Septiembre	142.2	138.1	18.51	1.571	3.845	16.07	19.92	0.807
Octubre	139.8	128.9	17.27	0.859	4.650	15.93	20.58	0.774
Noviembre	141.6	123.5	16.64	0.286	4.509	15.41	19.92	0.774
Diciembre	146.0	123.8	16.77	0.199	4.881	15.70	20.58	0.763
<b>Año</b>	<b>1669.9</b>	<b>1608.0</b>	<b>216.95</b>	<b>13.977</b>	<b>48.744</b>	<b>193.62</b>	<b>242.38</b>	<b>0.799</b>

### Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	E_User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Avail	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		

**ANEXO 6-DIAGRAMA DE PERDIDAS**

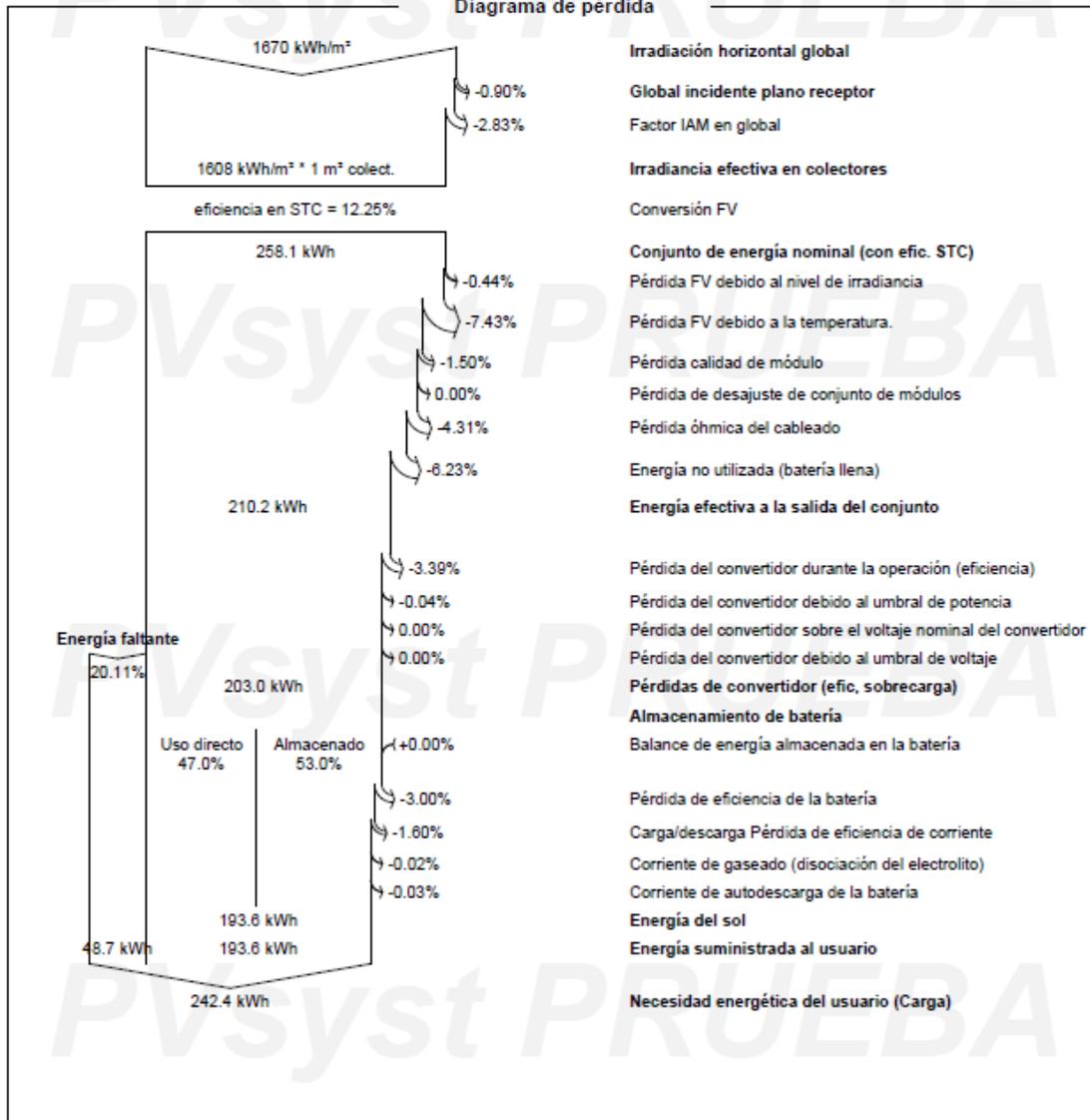


**PVsyst V7.4.8**  
 VCO, Fecha de simulación:  
 04/08/24 20:20  
 con V7.4.8

Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
 Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

**Diagrama de pérdida**



**ANEXO 7-GRÁFICOS PREDEFINIDOS**



Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

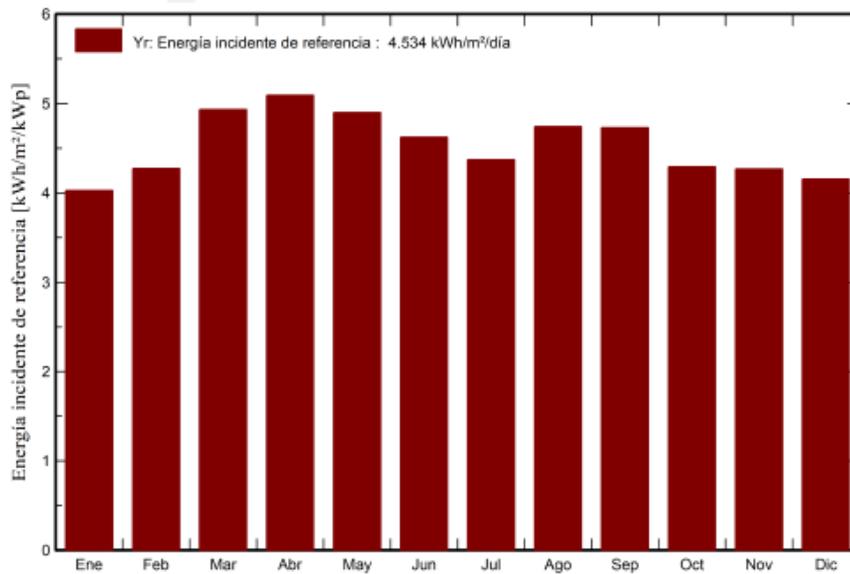
Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

PVsyst V7.4.8

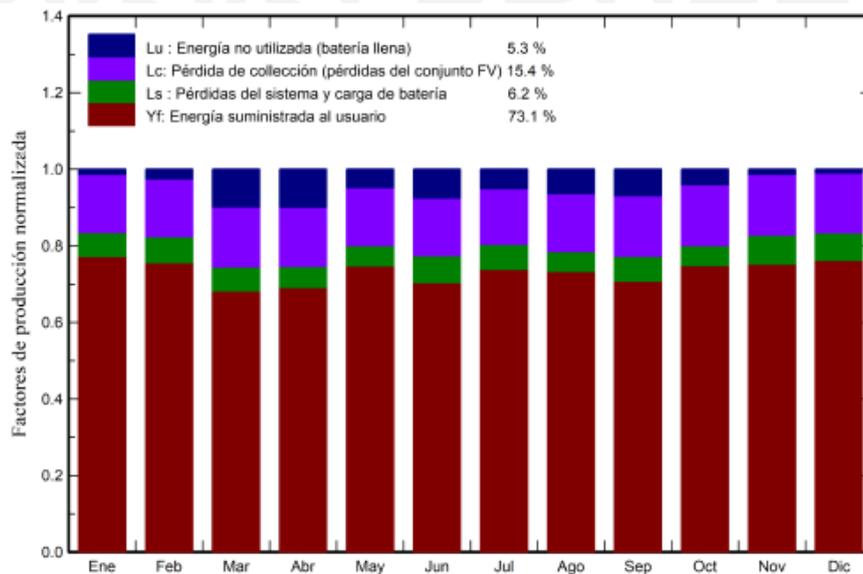
VC0, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8

Gráficos predefinidos

Energía incidente de referencia en el plano colector



Producción normalizada y factores de pérdida



## ANEXO 8-GRÁFICOS PREDEFINIDOS #2



PVsyst V7.4.8

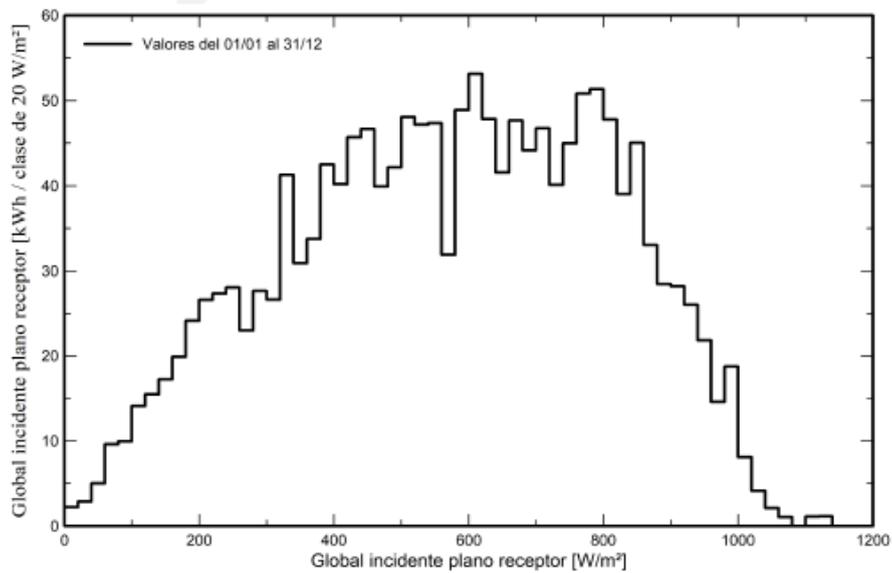
VC0, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8

Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

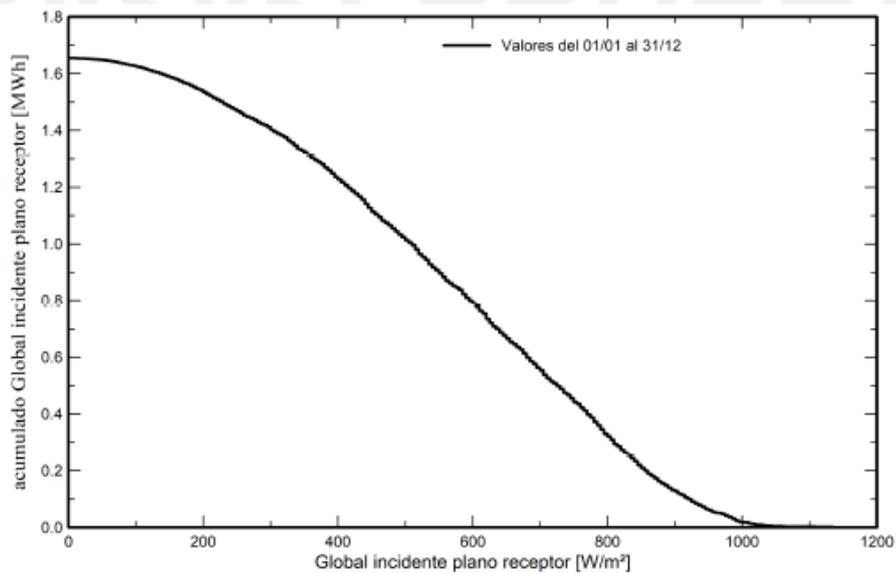
Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

### Gráficos predefinidos

Distribución de irradiación incidente



Distribución acumulativa de la irradiación incidente



### ANEXO 9-DIAGRAMAS DE TEMPERATURA & POTENCIAS DE ENTRADA Y SALIDA



Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

PVsyst V7.4.8  
VC0, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8

#### Gráficos predefinidos

Temperatura del conjunto vs irradiancia efectiva

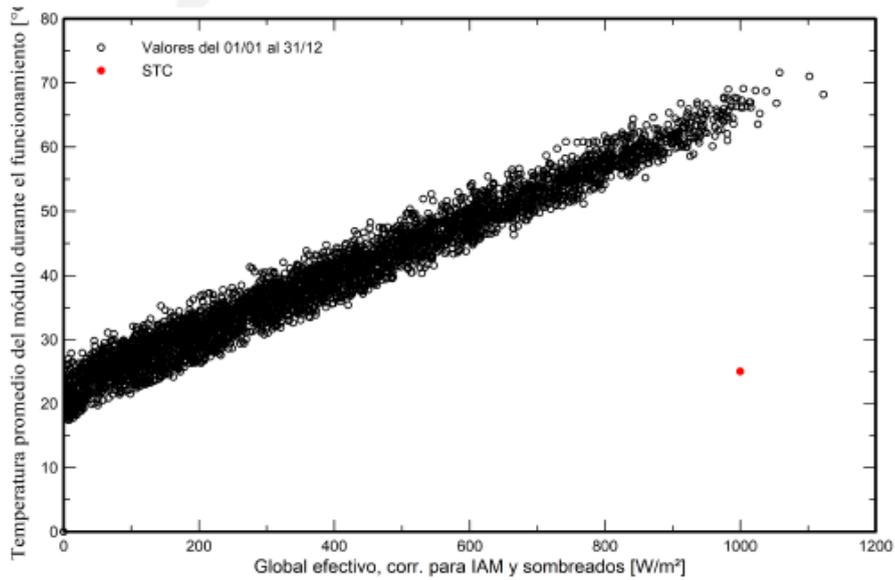
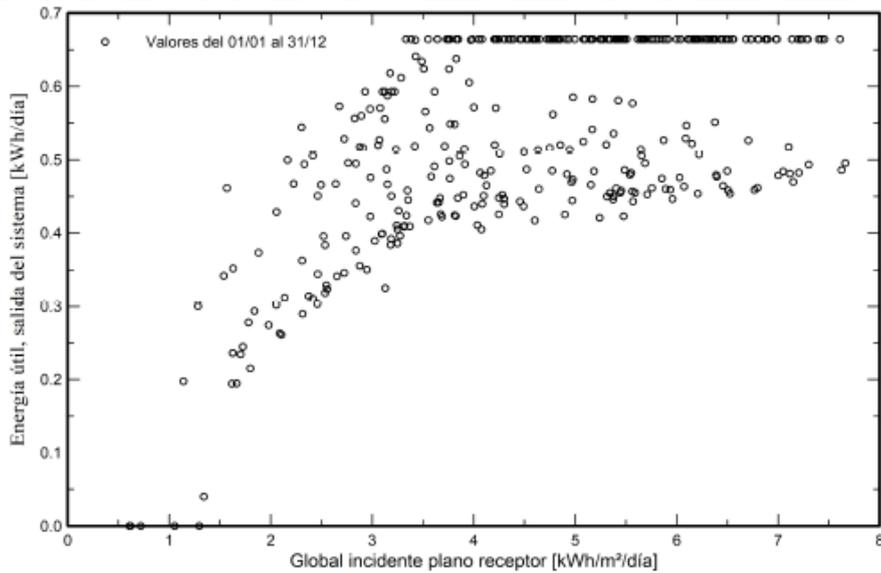
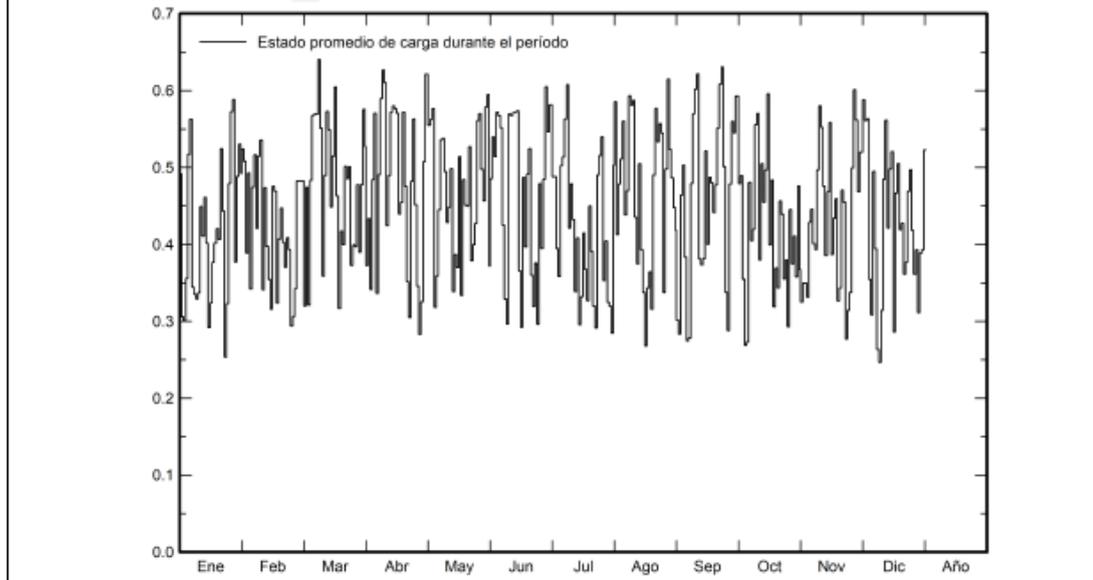


Diagrama entrada/salida diaria



**ANEXO 10-DISTRIBUCIÓN DIARIA DE LA CARGA****PVsyst V7.4.8**VCO, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8**Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II****Variante: Simulacion Final Sistema de Carga****Gráficos predefinidos****Distribución diaria del estado de carga**

## ANEXO 11-PRESUPUESTO GENERAL



**PVsyst V7.4.8**

VC0, Fecha de simulación:  
04/08/24 20:20  
con V7.4.8

Proyecto: Estacion de Carga para Dispositivos Moviles,  
Empleando Energia Renovable en la Comuna Masa II

Variante: Simulacion Final Sistema de Carga

### Costo del sistema

#### Costes de instalación

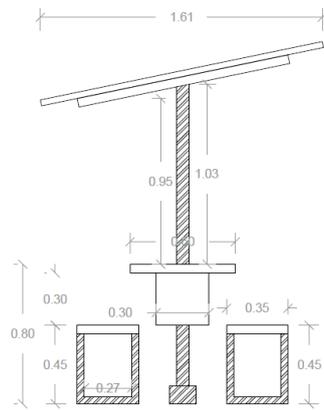
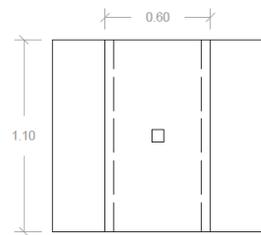
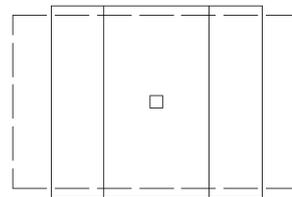
Artículo	Cantidad unidades	Costo USD	Total USD
Módulos FV			
PowerGlaz SMT(8)48P(160)	1	145.00	145.00
Soportes para módulos	1	80.00	80.00
Baterías			130.00
Controladores			330.00
Otros componentes			
Accesorios, sujetadores	1	400.00	400.00
Cableado	1	120.00	120.00
Caja de conexiones	1	40.00	40.00
Instalación			
Costo de instalación global por módulo	1	50.00	50.00
Costo de instalación global por inversor	1	50.00	50.00
Costo de instalación global por batería	1	50.00	50.00
Transporte	1	60.00	60.00
Ajustes	1	100.00	100.00
		Total	1.555.00
		Activo amortizable	1.085.00

#### Costos de operación

Artículo	Total USD/año
Mantenimiento	
Reparaciones	20.00
Limpieza	10.00
Provisión para remplazo batería	300.00
Total (OPEX)	330.00

#### Resumen del sistema

Costo total de instalación	1.555.00 USD
Costos de operación	330.00 USD/año
Exceso de energía (batería llena)	14.0 kWh/año
Energía solar usada	194 kWh/año
Costo energético usado	2.4782 USD/kWh

**ANEXO 12-TRAZADO CAD DEL MÓDULO DE CARGA SOLAR****Alzado****Planta****Mesa****Mesa y proyección  
de panel**

## ANEXO 13-FICHA TÉCNICA CONTROLADOR MPPT



### Controladores de carga BlueSolar MPPT 75/10, 75/15, 100/15, 100/20-48V



Controlador de carga solar  
MPPT 75/15



#### Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT, por sus siglas en inglés).

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

#### Salida de carga

Se puede evitar que la batería se descargue en exceso conectando todas las cargas a la salida de carga. Esta salida desconectará la carga cuando la batería se haya descargado cuando llegue a una tensión preestablecida. También se puede optar por establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife. La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

Algunas cargas (especialmente los inversores) pueden conectarse directamente a la batería, y el control remoto del inversor a la salida de carga. Puede que se necesite un cable de interfaz especial; por favor, consulte el manual.

#### BatteryLife: gestión inteligente de la batería

Cuando un controlador de carga solar no es capaz de recargar la batería a plena capacidad en un día, lo que sucede es que el ciclo de la batería cambia continuamente entre los estados "parcialmente cargada" y "final de descarga". Este modo de funcionamiento (sin recarga completa periódica) destruirá una batería de plomo-ácido en semanas o meses.

El algoritmo BatteryLife controlará el estado de carga de la batería y, si fuese necesario, incrementará día a día el nivel de desconexión de la carga (esto es, desconectará la carga antes) hasta que la energía solar recogida sea suficiente como para recargar la batería hasta casi el 100%. A partir de ese punto, el nivel de desconexión de la carga se modulará de forma que se alcance una recarga de casi el 100% alrededor de una vez a la semana.

#### Algoritmo de carga de batería programable

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

#### Temporizador día/noche y opción de regulador de luminosidad

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

#### Programación y opciones de visualización del historial y de datos en tiempo real

- ColorControl GX u otros dispositivos GX: consulte los documentos Venus en nuestro sitio web.
- Un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth: se necesita la mochila VE.Direct Bluetooth Smart.

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20
Tensión de la batería (Selección auto)	12/24V			
Corriente de carga nominal	10A	15A	15A	20A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	145W	220W	220W	290W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	290W	440W	440W	580W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	n.a.	n.a.	n.a.	1160W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	13A	15A	15A	20A
Desconexión automática de la carga	SI			
Tensión máxima del circuito abierto FV	75V		100V	
Eficiencia máxima	98%			
Autoconsumo	12V: 25 mA 24V: 15 mA		25 / 15 / 10 mA	
Tensión de carga de "absorción"	14,4V / 28,8V / 57,6V (adj.)			
Tensión de carga de "flotación"	13,8V / 27,6V (ajustable)			
Algoritmo de carga	adaptativo multifase			
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.			
Corriente de carga continua	15A		20A / 20A / 1A	
Desconexión de carga por baja tensión	11,1V/22,2V/44,4V u 11,8V/23,6V/47,2V o algoritmo BatteryLife			
Reconexión de carga por baja tensión	13,1V/26,2V/52,4V o 14V/28V/56V o algoritmo BatteryLife			
Protección	Cortocircuito de salida / Sobretemperatura			
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Humedad	95%, sin condensación			
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)			
<b>CARCASA</b>				
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales de conexión	6 mm <sup>2</sup> / AWG10			
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)			
Peso	0,5 kg		0,6 kg	
Dimensiones (al x an x p)	100 x 113 x 40 mm		100 x 113 x 50 mm	
<b>NORMATIVAS</b>				
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2			

1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.

1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador.

Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.

2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.

## ANEXO 14-FICHA TÉCNICA INVERSOR DC/AC



### Inversores

250 VA – 1200 VA    230 V y 120 V, 50 Hz o 60 Hz

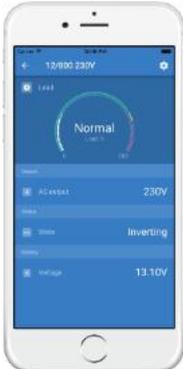
[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)



**Inverter 12/375 VE.Direct**



**Inverter 12/375 VE.Direct**




**Puerto de comunicación VE.Direct**  
El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

**Totalmente configurable:**

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 – 245 V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

**Seguimiento:**

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

**Fiabilidad probada**  
La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años. Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

**Alta potencia de arranque**  
Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

**Modo ECO**  
En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15 W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

**Interruptor on/off remoto**  
Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

**Diagnóstico LED**  
Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

**Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático**  
Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

**Disponible con tomas de corriente distintas**

Schuko	UK	AU/NZ	IEC-320 (enchufe incluido)	Nema 5-15R
				

**Bornes de tornillo**  
No se necesitan herramientas especiales para su instalación

**GFCI**



## ANEXO 15-FICHA TÉCNICA INVERSOR DC/AC

Inversor	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont. a 25 °C (1)		250 VA	375 VA	500 VA	800 VA	1200 VA
Potencia cont. a 25 °C/40 °C		200/175 W	300/260 W	400/350 W	650/560 W	1000/850 W
Pico de potencia		400 W	700 W	900 W	1500 W	2200 W
Tensión/frecuencia CA de salida (ajustable)		230 VCA o 120 VCA +/- 3 % 50Hz o 60Hz +/- 0,1 %				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17/18,4 - 34,0/36,8 - 62,0 V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3/18,6/37,2 V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		<a href="https://www.victronenergy.com/live/ve-direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff">https://www.victronenergy.com/live/ve-direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff</a>				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9/21,8/43,6 V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0/28,0/56,0 V				
Eficacia máx.		87/88/88 %	89/89/90 %	90/90/91 %	90/90/91 %	91/91/92 %
Consumo en vacío		4,2/5,2/7,9 W	5,6/6,1/8,5 W	6/6,5/9 W	6,5/7/9,5 W	7/8/10 W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reinicio: 2,5 s, ajustable)		0,8/1,3/2,5 W	0,9/1,4/2,6 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25 % por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95 %				
<b>CARCASA</b>						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10 mm <sup>2</sup> /AWG8	10 mm <sup>2</sup> /AWG8	10 mm <sup>2</sup> /AWG8	25/10/10 mm <sup>2</sup> / AWG4/8/8	35/25/25 mm <sup>2</sup> / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230 V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120 V: Nema 5-15R, GFCI				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4 kg/5,3 lbs	3,0 kg/6,6 lbs	3,9 kg/8,5 lbs	5,5 kg/12 lbs	7,4 kg/16,3 lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2 120V Nema GFCI 85 x 182 x 255 3,3 x 7,2 x 10,2	86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2 120V Nema GFCI 85 x 182 x 260 3,3 x 7,2 x 10,2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8 120V Nema GFCI 85 x 182 x 274 3,3 x 7,2 x 10,8	105 x 216 x 305 4,1 x 8,5 x 12,1 (Modelo 12 V: 105 x 230 x 325 4,1 x 9 x 12,8)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (Modelo 12 V: 117 x 232 x 362 4,6 x 9,1 x 14,2)
<b>ACCESORIOS</b>						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Filax				
<b>ESTÁNDARES</b>						
Seguridad		EN-IEC 60335-1/EN-IEC 62109-1/UL 458 (3)				
EMC		EN 55014-1/EN 55014-2/IEC 61000-6-1/IEC 61000-6-2/ IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta		3) UL 458 solo para inversores con toma de salida GFCI				



### Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota



Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart  
(Debe pedirse por separado)



### Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

## ANEXO 16-FICHA TÉCNICA BATERÍA AGM

# ENERGYPOWER

## NP series

### EP1255











PERFORMANCE SPECIFICATIONS	
Nominal Voltage	12 volts
NOMINAL CAPACITY	
10-hr. (10.8 volts)	55 AH
3-hr. (10.8 volts)	41.1 AH
1-hr. (10.5 volts)	30.5AH
Approximate Weight	37.92 lbs. (17.2 kg)
Internal Resistance (approx.)	6.5m Ω
Max Discharge Current (5sec.)	550A
Maximum charging current	16.5A
Cell for Unit	6
Length	230+/-2mm (9.06inch)
Width	138+/-2mm (5.43inch)
Height	211+/-2mm (8.31inch)
Total Height	215+/-2mm (8.46inch)
SHELF LIFE	
Ep series batteries may be stored for up to 6 months at 25 C (82F) and then a freshening charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	
OPERATING TEMPERATURE RANGE	
Charge	-10°C~50°C(14°F~122°F)
Storage	-20°F~50°C (-4°F~122°F)
Discharge	-15°C~50°C(5°F~122°F)

### FEATURES

- Absorbent Glass Mat (AGM) technology for superior performance.
- Valve regulated, maintenance free spill proof construction.
- Power/volume ratio yielding excellent energy density.
- Rugged impact resistant ABS case and cover.
- Gas recombination technology





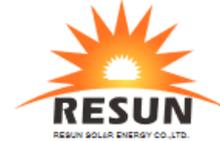



360 Cycles **Charger / Discharger**



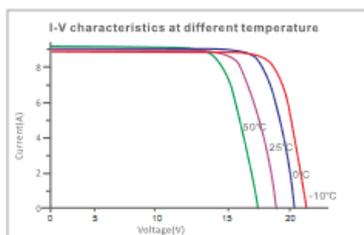
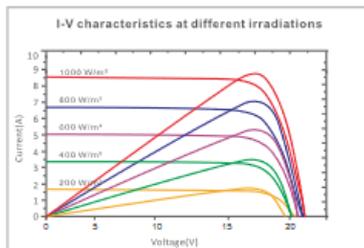
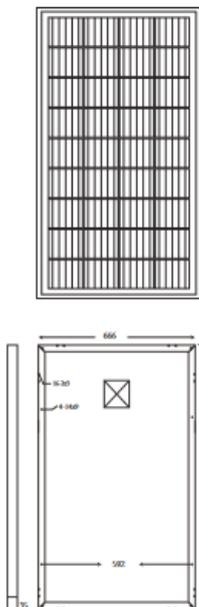
## ANEXO 17-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PANEL SOLAR

# RS6E-P



GLOBAL PROFESSIONAL PV PRODUCTS INTEGRATED SOLUTIONS SUPPLIER

Dimension of PV Modules Unit: mm



### ELECTRICAL DATA(STC)

Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	150W	155W	160W	165W	170W
Open Circuit Voltage-Voc(V)	22.59V	23.15V	23.59V	23.8V	24.31V
Short Circuit Current-Isc(A)	8.73A	8.82A	8.93A	9.12A	9.20A
Maximum Power Voltage-Vmp(V)	18.21V	18.64V	19.01V	19.19V	19.59V
Maximum Power Current-Imp(A)	8.24A	8.32A	8.42A	8.6A	8.88A
Module Efficiency (%)	15.15%	15.65%	16.16%	16.66%	17.17%

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

### ELECTRICAL DATA(NOCT)

Maximum Power-Pmax (Wp)	108W	112W	115W	120W	124W
Open Circuit Voltage-Voc (V)	21V	21.51V	21.92V	22.13V	22.37V
Short Circuit Current-Isc (A)	6.98A	7.05A	7.14A	7.3A	7.34A
Maximum Power Voltage-Vmp(V)	16.74V	17.14V	17.4V	17.88V	18.10V
Maximum Power Current-Imp(A)	6.46A	6.54A	6.61A	6.77A	6.85A

NOCT: Irradiance at 800 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

### MECHANICAL DATA

Solar cells	Poly-crystalline 156.75x156.75mm, 5 Bus bars
Cell configuration	36 cells(4x9)
Module dimensions	1487x666x35mm
Weight	11.5KGS
Front Cover	3.2mm Tempered Glass
Frame Material	Anodized Aluminum Alloy
J-BOX	IP65 or IP67, 6 Diodes
Cable	4mm <sup>2</sup> (IEC)/12AWG(UL),900mm
Connectors	MC4 or MC4 Comparable
Standard Packaging	2pcs/carton box

### TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.32%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.39%/°C
Operational Temperature	-40~+65°C
Maximum System Voltage	1000V(IEC)/600V(UL)
Max Series Fuse Rating	15A
Limiting Reverse Current	15A

### PACKAGING CONFIGURATION

	40HQ	20GP
Modules per container	1680pcs	660pcs
Package	2pcs/carton	2pcs/carton
Package Number	840 cartons	330 cartons

A: Room 608, No.13, Yongshang Garden, Jingfeng Road, Mudu Town, Wuzhong District, Suzhou, Jiangsu Province, China  
 F: +86 512-66292101 T: +86 512-66293653  
 W: www.resunsolar.com E: info@resunsolar.com

*ANEXO 18-CONSTRUCCIÓN DE ARMAZÓN METÁLICO PARA LA MESA DE LA ESTACIÓN*



***ANEXO 19-ACOPLE DE TOMACORRIENTES AL BASTIDOR DE LA ESTACIÓN DE CARGA***



**ANEXO 20-CONSTRUCCIÓN DE SOPORTE PARA TECHO Y PANEL FOTOVOLTAICO**

**ANEXO 21-FABRICACIÓN DE CAJAS DE REGISTRO PARA INSTALACIONES DE EQUIPOS**



***ANEXO 22-ELABORACIÓN DE SOBRE PISO 2X2 PARA LA ESTACIÓN***



***ANEXO 23-BASE DE HIERRO PARA LA POSTERIOR FUNDIDA***



***ANEXO 24-FINALIZACIÓN DEL SOBRE PISO DE 2X2 PARA LA ESTACIÓN DE CARGA***



***ANEXO 25-AJUSTE DE SEGUROS PARA EL PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO***



***ANEXO 26-MONTAJE DE TECHADO CON PANEL SOLAR***



*ANEXO 27-CABLEADO DE ILUMINARIAS*



## *ANEXO 28-CONEXIÓN DE EQUIPOS*



***ANEXO 29-PROYECTO INSTALADO***